KENWOOD

徹底解説集

CONTENTS

1.TS-2000 シリーズ製品概要

1981 年、ケンウッドは世界に先駆けて、21/24/28MHz 帯と 50MHz 帯をひとつのボディに凝縮した「TS-660」を発売しました。以来、各社ともにトランシーバーのマルチバンド化に拍車がかかり、1 台のトランシーバーで海外との DX QSO からローカルラグチュー、あるいは衛星通信、パケットクラスターなど多彩に楽しめるようになり、運用スタイルも、ホームシャック運用、モービル運用、キャンプ地からの QSO と多様化しました。そして 2000 年。ケンウッドはマルチバンダーの究極ともいえる HF/50/144/430/1200MHz※帯フルカバーの「TS-2000 シリーズ」を発表しました。

※TS-2000S/V の 1200MHz 帯は、バージョンアップが必要です。

「TS-2000 シリーズ」は、これまでの HF 機と V/UHF 機が使い分けていたアマチュアバンドを、ケンウッドの高い技術力で 1 台のトランシーバーに凝縮させたものです。HF/50/144/430 帯はもちろんのこと 1200MHz 帯をも搭載した真のオールモード・マルチバンダーです。これ 1 台で、主なアマチュア無線のバンドとモードをほとんどカバーします。

DX に欠かせない混信／雑音除去に対しては TS-870 で培った IF DSP 回路で対応。その威力は HF のみならず V/UHF でも充分に発揮されます。さらに、プリセット可能なオートアンテナチューナーも内蔵（HF/50MHz）しているため、外部機器を追加することなく各種アンテナとのベスト・マッチングが可能になります。

また TS-2000 シリーズにはマルチバンダーならではの数々の機能も搭載しました。例えば 144/430MHz(FM/AM モードのみ)の受信部をサブバンドにも搭載。この受信機能はメインバンドの送受信機能と組み合わせることによって、HF 帯と 144MHz 帯（あるいは 430MHz 帯）、144MHz 帯と 144MHz 帯、430MHz 帯と 430MHz 帯などの2波同時受信が可能。144/430MHz バンドでローカルの情報を取りながら、HF 運用のバックアップに利用するといった運用も可能になります。

さらには V/UHF 帯で受信したパケットクラスター情報を、瞬時にHF帯に設定することができるパケットクラスターチューンや複数のモードが楽しめるサテライトモードまでも搭載。アマチュア無線の醍醐味を満喫する上で欠かせない、数々の要素を結集した驚異のオールモード・マルチバンダーといえます。

アマチュア無線の未来に対して、いつも新しい提案を続けるケンウッドは TS-2000 シリーズの開発にあたっても 2 つの新機軸を提案しました。ひとつは車載運用のために開発した、モービルコントローラー（RC-2000 オプション対応）。本体は車のトランクへ、カートラ・サイズのコントローラー部だけを運転席まわりにフィッティング。TS-870 グレードの「IF DSP クオリティー」を車載運用で実感していただけます。

もう一つの提案は PC 画面による本体部のコントロール。ラジオコントロール・プログラムソフト ARCP-2000（オプション対応）によって、お手持ちの PC 画面で本体部の、ほとんどすべてのコントロールが可能になります。

1) HF～1200MHz のオールモード「ハイパワー」マルチバンダー。

HF 帯のオールバンドに加え、50/144/430/1200MHz*を、一つの筐体に凝縮したオールモード・マルチバンダーです。

各タイプのバンドと送信出力(W)

機種	HF帯		50MHz		144MHz		430MHz		1200MHz	
TS-2000S	100	(25)	100	(25)	50	(25)	50	(12.5)	バージョンアップ	
TS-2000V	10	(5)	20	(5)	20	(5)	20	(5)	バージョンアップ	
TS-2000SX	100	(25)	100	(25)	50	(25)	50	(12.5)	10	(2.5)
TS-2000VX	10	(5)	20	(5)	20	(5)	20	(5)	10	(2.5)

＊( )は AM モード時の送信出力

＊144MHz 帯の送信出力 50W は、月面反射通信運用の場合 100W に変更することができます。
詳しくはケンウッドサービスセンターにお問い合わせください。

＊TS-2000S/V は、1200MHz バンド追加のバージョンアップを行うことができます。
詳しくはケンウッドサービスセンターにお問い合わせください。

2) 操作性の追求から生まれた画期的な 3 次元パネルデザイン。

メタリックグレーのパネルには、キーイルミネーションを採用。また、メインバンドとサブバンドの周波数は大型 LCD によって鮮やかに表示。下段は、ドットマトリックスでメニューモードなどのメッセージを表示。見やすく、操作しやすいパネルデザインに仕上がっています。

3) 同時受信可能なサブバンドを搭載。

メインバンドはHF/50/144/430/1200MHz帯をオールモードで送受信。サブバンドは、144/430MHz帯の受信部(FM/AM モードのみ)を単独に搭載。メインバンドとサブバンドの組み合わせは自由であるため、144MHz帯と430MHz帯では2波同時受信が可能になります。例えば144/430MHzバンドでローカルの情報を取りながらのHF運用が楽しめます。さらに、サブバンドを活かし、新しくパケットクラスターチューン機能にも対応しています。

同時受信の組み合わせ表

メインバンド(オールモード) ＼ サブバンド(AM/FM)	144MHz	430MHz
HF/50MHz	●	●
144MHz	●	●
430MHz	●	●
1200MHz	●	●

4) TS-870 グレードの IF DSP を搭載。

ケンウッドが業界に先駆けて手がけ、TS-870 で培った IF DSP(IF 段からのデジタル信号処理)をメインバンドに搭載しました。V/UHF 帯を含むマルチバンドで威力を発揮します。また、サブバンドには AF DSP を搭載、HFのみならず V/UHF でも DSP の基本性能を楽しむことができます。

●IF DSP 処理

メインバンドでは、送信時の変調と受信時の検波をはじめとして、IF フィルター、スロープチューン、オートノッチ、受信信号レベルの管理を行う AGC 処理を含め IF 段の信号処理をすべて DSP 化しています（ただし FM モードは除く）。

※TS-2000 シリーズは、IF デジタルフィルターを切り換えることにより、TS-870 同様、オプショナル・フィルターの追加をまったく必要としません。

●主な AF DSP 機能

ビートキャンセル、マニュアルビートキャンセル（M.B.C.）、CW オートチューン機能、送受信の音質（TX/RX イコライザー）、VOX、その他シグナリング処理など、様々な機能や回路で信号処理を行う AF DSP を搭載しました。

5) オートアンテナチューナーを内蔵。

1.9～50MHz 帯までのアマチュアバンドをカバーし、瞬時にバンドチェンジが可能なプリセットタイプのオートアンテナチューナ-を内蔵しています。また、このオートアンテナチューナーは受信時にも動作させることができます。

6) TCXO を標準装備。

TCXO を標準で装備。±0.5ppm（-10℃～+50℃ メインバンド SSB/CW/FSK/AM モード時）の周波数安定度を確保しました。

7) オールモードで運用できるサテライトモードを搭載。

サテライト運用には、専用の操作モードを搭載しました。メインバンド側の回路を使用するため、サテライトモード時でも IF DSP の性能を活かすことができます。また、アップリンク周波数もダウンリンク周波数も大型 LCD にて個別に表示。さらにはサテライト専用メモリーを搭載するなど、大変使いやすい設計なっています。また、オールモード・マルチバンド機能を生かし、複数のモードでサテライトを楽しむこともできます。

8) 新機能パケットクラスターチューンを搭載。

HF&V/UHF のマルチバンド機能を生かし、V/UHF のパケットクラスター情報を受信。その内容を LCD に表示することができます。また、パケットクラスターで受信した情報を、瞬時にメインバンドへ自動設定することができるため、珍局の出現を見逃しません。HF運用の強力な助っ人になります。

9) 新しくマニュアルビートキャンセル（M.B.C.）機能を搭載。

IFオートノッチやビートキャンセル機能は、SSB モードでのビート除去に効果的です。また、CW モード運用時にも、邪魔になる特定のビートを除去できるようマニュアルビートキャンセル機能も設けました。マニュアルビートキャンセルは、いわばマニュアルノッチとして動作し、目的となる CW 信号以外のビートを除去するのに効果的です。

10) 新しく搭載したクイック CW TX 機能。

50MHz 帯をメインに運用する方には大変便利な機能です。50MHz 帯の運用は、例えば SSB で運用した後、同一周波数でそのまま CW を運用することが多いと思われます。このように、二つの電波形式に瞬時に対応できるよう、TS-2000 シリーズにはクイック CW TX 機能を設けました。この機能は、SSB モードを運用中でも、キーダウンするだけでそのまま CW モードになるというものです。また、この時にキャリアポイントの補正もおこなうのであれば「MENU37」で設定することも可能です。さらに、注意したい周波数ポイントをチェックするためのスロースキャン機能を併用することで、さらに便利に使用できます。

11) パケットクラスターチューンのために、ケンウッド独自の AX.25 に準拠した簡易 TNC（2 チップ TNC）を内蔵（1200/9600bps 対応）

12) 新しく HF ローバンド受信専用ANT端子（HF RX ANT）を装備。

13) IF DSP 機での本格的なモービル運用が楽しめるモービルコントローラー（RC-2000）に対応

コンパクトなモービルコントローラー（RC-2000・オプション対応）をコンソールに装着することによって、離れたところに装着した本体を手元で操作することができます（ただし一部の機能を除く）。

14) パーソナルコンピューターによる操作も可能。

オプションの無線機コントロールソフト（ARCP-2000）によって、パーソナルコンピューターから本体をコントロールすることができます。各種の機能設定や、メモリーチャンネルの管理などがコントロールしやすくなります。

2.回路構成

(2.1)　全体の回路構成

1)　概要

単純にバンドを重ねていくだけのマルチバンダーではなく、また色々なバンドをカバーしているけれど、いずれかのバンドが「＋ α」の位置付けになっているマルチバンダーでもなく、例えばマルチバンド化することによって今までに不可能だったことが楽しめるとか、マルチバンドであっても各バンドでモノバンダー並の品質の基本性能をもたせるということ。これが TS-2000 を開発するに当たってケンウッドが追求したコンセプトです。

ですから、内部回路も上記のようなコンセプトをいかにすれば実現できるのかという観点から構成しました。

さらには本体の機能を充実させるということはもちろんのこと、モービルコントローラーによる車載運用や PC によるコントロールにも対応するという極めて欲張りな回路構成になっています（参考までに海外仕様の製品では PC による操作を前提として、操作パネルがないシルバーボックスタイプも用意されています。）

まずは回路構成の概要ですが、1.8MHz～1200MHz 帯をカバーする送受信範囲をベースに（受信 VFO は 30kHz からカバー）、以下のような「マルチバンド機能」や高次元の通信機能を内蔵させました。

●HF～1200MHz（オールモード）と V/UHF（FM/AM）の同時受信

●パケットクラスターチューン

●サテライトだけでなく EME 運用も考慮した基本性能

●従来では HF 機のレベルとされていた IF DSP の採用

さて、個々の内容を説明する前に TS-2000 全体の概念を説明しましょう。この概念をいつも頭の片隅に置いていただければ、回路動作の解説がより身近なものになります。

TS-2000 =

1.8MHz～1200MHz 帯をカバーするオールモードサテライト対応 IF DSP トランシーバー

（※「メイン」と呼んでいます。）

＋

144/430MHz 帯をカバーする FM/AM AF DSP トランシーバー

（※「サブ」と呼んでいます。※メインとサブの同時送信はできません）

回路構成の概略をブロックダイアグラムで書き表すと、次図のようになります。小型のマルチバンド機では、例えば受信部は HF～UHF 帯まで 1 個のミキサーで済ませる構成が主流ですが、TS-2000 は HF～50MHz 帯、144/430MHz 帯、1200 MHz 帯とそれぞれにフロントエンドを独立させることで各バンドに最適化された基本性能を確保しているということがわかります。

HF/
50MHz
TX MIX
68.965MHz
75.825MHz
TX MIX
10.595MHz
TX MIX
MIC
input
HF-50
TX/RX
MAIN IF
TCAR
10.583MHz
69.065MHz
RX MIX
75.925MHz
RX MIX
10.695MHz
RX MIX
455kHz
DET
AF
output
75.955~
129.085MHz
LO2
58.390~
65.230MHz
LO3
11.150MHz
RCAR
467kHz
VHF
UHF
TX MIX
41.795MHz
TX MIX
DSP
LO1TX
144/430 TX
RX MIX
RX MIX
LO1RX
144/430
MAIN RX
LO31
31.2MHz
SUB
RX MIX
58.525MHz
Mixer
IF detector
÷2
144/430
SUB RX
SLO1
SLO2
1.2G
TX MIX
135.395MHz
TX MIX
1. 2G TX/RX
RX MIX
135.495MHz
RX MIX
1.2GLO1
1.2GLO2
124.8MHz

図 1. 周波数構成図

2) サブバンド受信が生み出した新しいマルチバンドの世界

TS-790 では、「異なるバンドの組み合わせ」という条件で「2 波同時受信」が可能でした。TS-2000 では、さらに同一バンド内の 2 波同時受信も可能になっています。これはメイン受信部とは別に 144/430MHz 帯の FM/AM モードに対応する独立したサブ受信部を持つことにより可能となっています。（TS-790 と異なり、SSB/CW モードでの 2 波同時受信機能はありません。）

受信回路構成的には、メイン・サブ共通の RF AMP からサブ用信号を取り出し、サブ専用の受信回路=AF DSP で信号の処理を行っています。

サブ受信部を持つことにより、多機能カートランシーバー／ハンディートランシーバーでおなじみであった「V by V、U by U」のデュアルワッチ機能だけでなく、「HF by V or U」という従来にないデュアル受信機能を実現することができました。さらに、ボタンひとつの切り換えによって、サブ受信周波数における送信が可能になるので、例えばローカル局と 430MHz 帯で連絡を取り合いながら HF で DX を追いかけるような運用が、TS-2000 1 台で可能となります。さらに TNC チップを内蔵させることによって「パケットクラスターチューン」機能を持たせました。この機能の詳細は別途述べますが、パケットクラスターをご存知無い方は一度体験されることをお勧めします。このように、ただバンドを積み重ねただけではない、新しいコンセプトの元に生まれた TS-2000 は数々の新しい運用を可能にしています。

3) サテライトの概略構成

TS-2000 が市場に登場する頃、あるいは出荷した後でも「サテライト対応とうたっておきながら、サブは FM/AM しかない。いったいケンウッドは何を考えているのか!?」という噂がありました。これは、ケンウッドからの情報がうまく伝わらなかったために無用の誤解を生じたということのようです。さて、それではサテライト機能がどのように達成されているのか、概略を説明します。

サテライトモード時は送信と受信を同時に行うので、当たり前のことですが送信部と受信部を同時に動作させる必要があります。前出の図（ブロックダイアグラム）を見ると判るように、サテライトバンドである HF/144MHz/430MHz/1200MHz 帯の IF 周波数は、送信と受信で 100kHz の差を持たせてあります。この差を持たせることで異なるバンドでの同時送受信=サテライト運用が可能となっているわけです。

また、この説明の中にサブ受信部のことが出てこなかったように、サテライト運用時にはサブ受信部は使用しておりません。つまりサテライト運用はメイン部だけで行っており、またモードもメイン部が持つモードには全て対応しています。

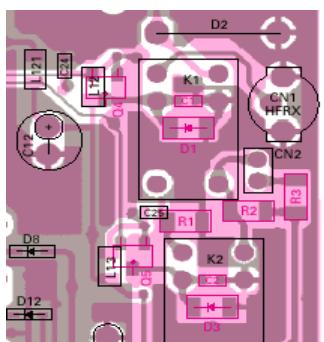
	HF	144MHz	430MHz	1200MHz
HF	---※	○	○	○
144MHz	○	---	○	○
430MHz	○	○	---	○
1200MHz	○	○	○	---

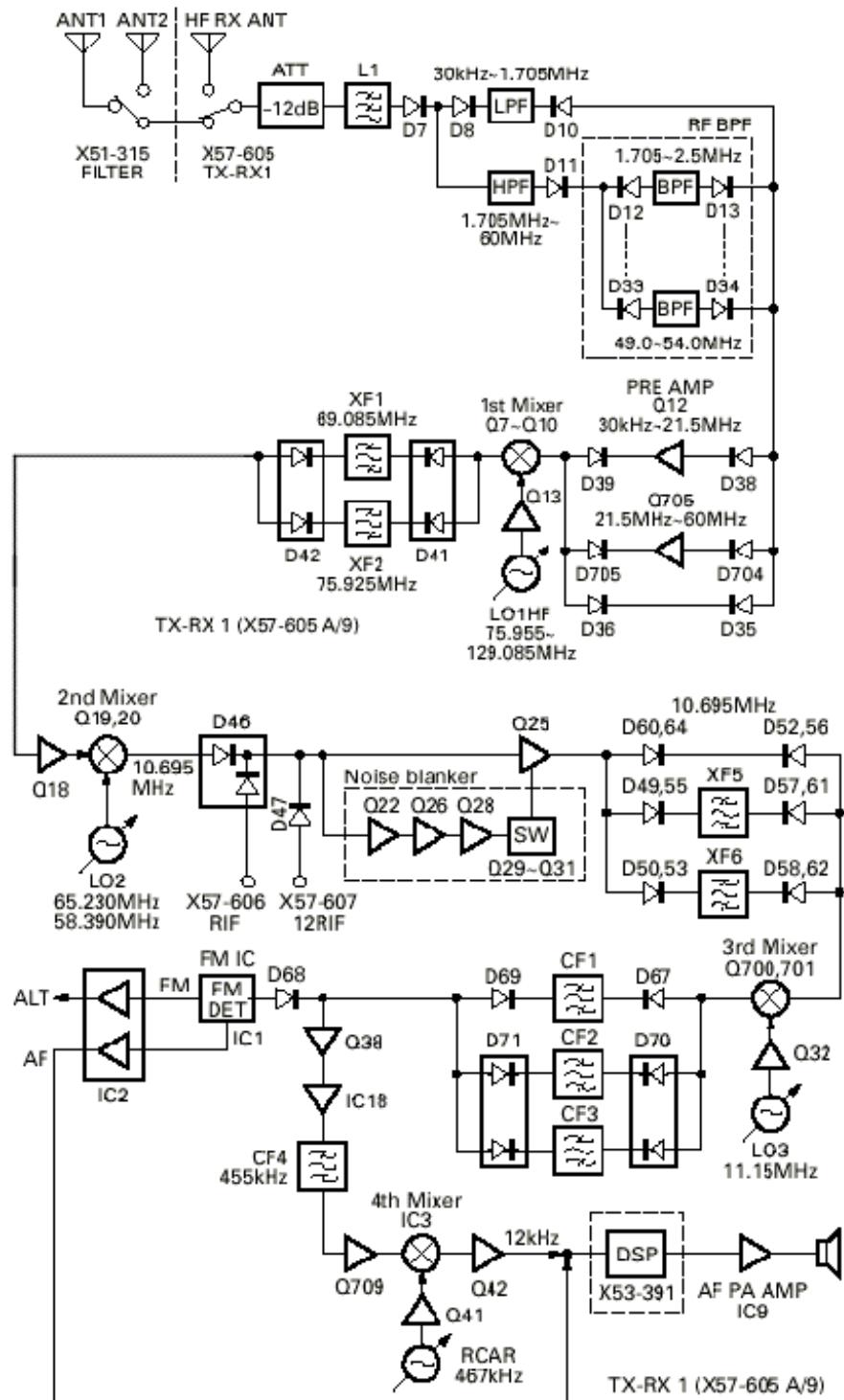
図 2
サテライトバンドの
組み合わせ表

図 2 で○で示す組合わせのバンド同士でサテライト運用が可能です。

※HF バンド全体を一つのファイナルアンプやフロントエンドでカバーしているため、他機種同様運用することができません。

(2.2)　受信部の回路構成（HF～50MHz 帯のフロントエンドとメイン IF 部）

次ページのブロックダイアグラムに従い、受信信号の流れに沿って回路の概要を説明します。
HF～50MHz 帯のアンテナ端子は ANT1 と ANT2 の 2 系統があります。例えば ANT1 には HF のアンテナ、ANT2 には 50MHz のアンテナを接続することが可能です。また、ANT1/ANT2 の設定は自動的にメモリーされ、次回同じバンドを選択すると同じアンテナが自動的に設定されます。

また、今後のサンスポットの変化を考慮して TS-2000 には HF ローバンド受信専用アンテナ端子（30MHz 以下で動作、入力インピーダンス 50 Ω）を設けました。この端子は内部の受信ケーブルを背面に出すような簡易的なものではなく、専用の切り換えリレーを使用した本格的なものです。端子は RCA コネクターを採用し、メニューで選択することで使用可能となります。

受信専用アンテナによく使われるアンテナとしては、ビバレージ/スモールループ/ロングワイヤーアンテナなどがあります。単線のアンテナを接続する場面もあるかと思いますが、シャックの中や家庭内はいろいろな器具からの電波が充満しており、その電波を拾って受信の妨げになる場合がありますので、アンテナの給電部から同軸ケーブルでシャック内に配線することをお勧めします。

ちなみにケンウッド製トランシーバーの各アンテナ端子にはサージ保護回路が挿入しており、カミナリでアンテナ入力部がダメージを受ける可能性を低くしてあります。基本性能には直接関係が無いところですが、細部にも気を配って設計してあります。

ANT1 と ANT2 は、受信時でもメニューの設定により内蔵アンテナチューナーを使用することができます。受信専用アンテナ端子側にはその機能はありませんが、これは逆にその端子自体が独立していますので目的に応じた自作の BPF などを簡単に外部に入れることが可能です。

次に信号は RF ATT 回路に入ります。TS-2000 では、このクラスの標準的な ON/OFF2 段切換式の ATT を採用しました。減衰量は約 12dB ですが、ローバンド運用時やご使用になる環境によってはさらに大きな減衰量が必要な場面もあるでしょう。その際は、セット内部のジャンパーを外すことにより 20dB に変更することができます。

ジャンパーピンの場所は左図の右側、CN1 の左下にあります。
出荷時はジャンパーピン（CN2）が取付けてありますが、これを外すことで 20dB に変更できます。この変更は HF～50MHz 帯で有効です。

ANT1
ANT2
HF RX ANT
ATT
-12dB
L1
30kHz~1.705MHz
LPF
D7
D8
D10
RF BPF
X51-315
FILTER
X57-605
TX-RX1
HPF
D11
1.705~2.5MHz
BPF
D12
D13
1.705MHz~
60MHz
D33
D34
BPF
49.0~54.0MHz
XF1
69.085MHz
1st Mixer
Q7~Q10
PRE AMP
Q12
30kHz~21.5MHz
D39
D38
Q13
Q705
21.5MHz~60MHz
D42
XF2
75.925MHz
D41
D705
D704
LO1HF
75.955~
129.085MHz
D36
D35
TX-RX 1 (X57-605 A/9)
2nd Mixer
Q19,20
D46
Q25
10.695MHz
D60,64
D52,56
Q18
10.695
MHz
Noise blanker
D49,55
XF5
D57,61
Q22
Q26
Q28
SW
D47
Q29~Q31
D50,53
XF6
D58,62
LO2
65.230MHz
58.390MHz
X57-606
RIF
X57-607
12RIF
FM IC
D68
D69
CF1
D67
3rd Mixer
Q700,701
ALT
FM
FM
DET
IC1
Q38
D71
CF2
D70
Q32
AF
IC2
IC18
CF3
LO3
11.15MHz
CF4
455kHz
4th Mixer
IC3
12kHz
DSP
Q709
Q42
X53-391
AF PA AMP
IC9
Q41
RCAR
467kHz
TX-RX 1 (X57-605 A/9)

ATT を通過した信号は次段の RF BPF 回路に入ります。ここでは目的としない信号の大まかな除去を行います。またここには目的とするバンドを通過させるBPFだけでなく、イメージ信号除去用のLPFやBC帯の強力な信号がHF帯に及ぼす妨害をカットするHPFがあります。

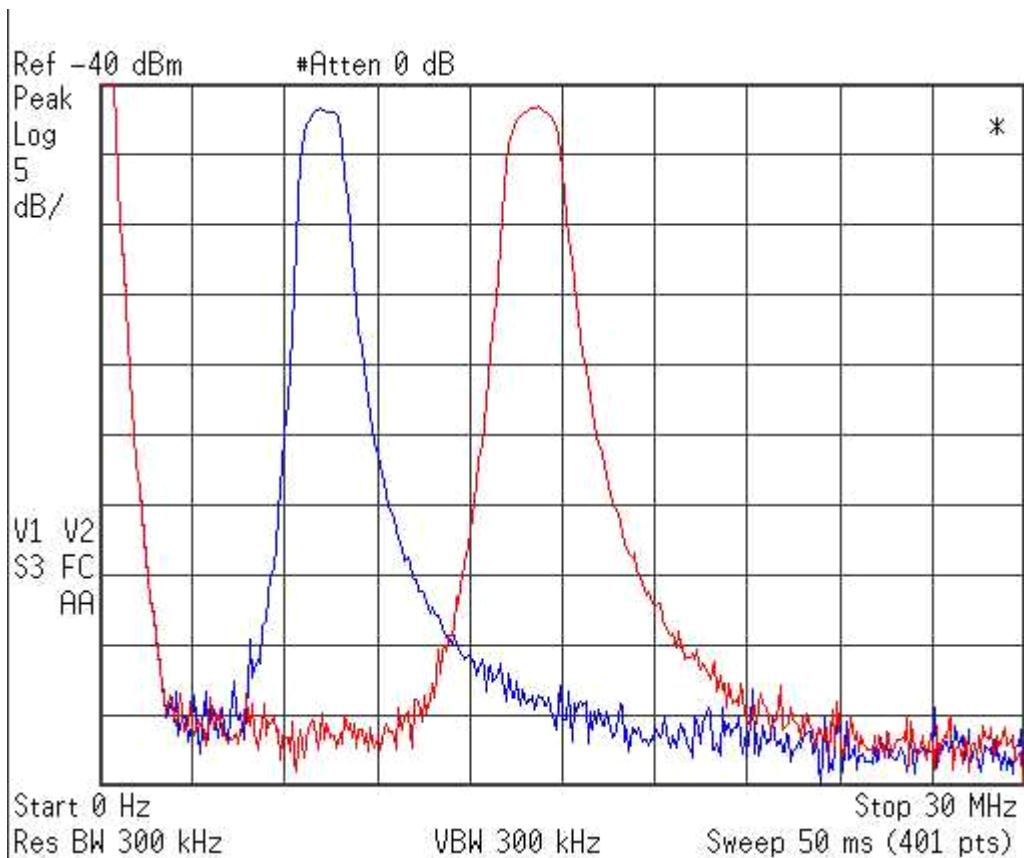
これらのフィルターは全て 50 Ωの入出力インピーダンスで設計してあります。50 Ωよりも高いインピーダンスで設計すると使用する部品の選択が比較的容易になり、回路 Q に起因する通過ロスの点でも有利な方向になりますが、インピーダンス変換トランスでの周波数特性の影響がでたり、また PCB のパターンの影響でイメージ除去が不利になります。逆に 50 Ωよりも低いインピーダンスで設計すると、特にコイルのインダクタンスが小さくなり過ぎるために通過ロスが増えたりするので好ましくありません。いずれにしてもアンテナのインピーダンスと同じインピーダンスで設計することは、あらゆる面でリーズナブルと思います。

それから、このBPF部で重要な部品は、コイルやコンデンサだけではありません。BPFを切り換えるダイオードの特性も重要です。特にBPFの入力側はアンテナからの強大な信号にさらされるために相互変調特性の優れたPINダイオードを選定してあります。

各 BPF の通過帯域の選定も重要なファクターです。アマチュア無線用のトランシーバーの場合アマチュアバンドをどう独立させるかがポイントになります。表に周波数区分を示します。

通過帯域	フィルターの種類	アマチュアバンド
～1.705MHz	LPF	
1.705～2.5MHz	BPF	1.9M
2.5～4.1MHz	BPF	3.5M
4.1～6.9MHz	BPF	
6.9～7.5MHz	BPF	7M
7.5～10.5MHz	BPF	10.1M
10.5～13.9MHz	BPF	
13.9～14.5MHz	BPF	14M
14.5～21.5MHz	BPF	18M、21M
21.5～30MHz	BPF	24.9M、28M
30～60MHz	BPF	
49～54MHz	BPF	50M

この表で判るように 14MHz 帯以下では、一つのアマチュアバンドが一つの BPF に割当てられるように設計されています。また従来機と同様に 7MHz 帯と 14MHz 帯には同調コイルを 3 個 C 結合させた専用の調整型 BPF を採用しています。「図 BPF」にその特性例を示します。

このように適切なバンド区分と使用するフィルターの最適化により強力な海外放送からアマチュアバンドを守るように設計しています。

また、これらの BPF は送信時にも使用され、スプリアスの少ないクリーンな電波の発射に役立っています。

なお BC 帯のフィルターには従来機と同様に、約 20dB のアッテネーターが設けてあります。例えば、モービル運用時や高い周波数帯用のアンテナで AM 放送を聴く場合には感度が不足することがありますが、ジャンパーの切り換えで ATT をパスすることもできます。セット下側の TX-RX ユニットの BPF 付近に DX と NORMAL という印刷がありますから、DX 側にジャンパーピンを移します。

図 BPF

説明　6.9～ 7.5MHz 用 BPF の特性：青色（左側）

13.9～14.5MHz 用 BPF の特性：赤色（右側）

BPF を通過した信号は、次に RF AMP に送られます。従来機種の HF 用 RF AMP は J-FET を使った回路を使用していましたが、TS-2000 ではパワーMOS FET 2SK2596 を使用した回路を新規に採用しました。このパワーMOS FET は名前の通り、送信部のドライブ段（1W クラス）に使われているデバイスですが、小信号特性も良好なため HF 帯の RF AMP としても十分な能力を発揮します。

回路構成はシンプルな NF 付きのソース接地アンプです。NF の量、ドレイン電流により適切なゲインと周波数特性が得られるよう設計してあります。

実際には同じ FET を使用したアンプが 2 組あり、周波数帯によって自動的に切り換えられます。ローバンド～21.5MHz はゲインを抑え目に、21.5～60MHz のハイバンドでは感度優先のセッティングにしてあります。PRE AMP の状態は各アマチュアバンド毎に ON/OFF をメモリーできます。

TS-2000 を始めケンウッドのトランシーバーは PRE AMP ON が標準状態ですが、HF ローバンド（7MHz 帯以下）は、バンドの特性を考慮して初期出荷状態では PRE AMP OFF（=AIP ON）の状態にしてあります。もちろん PRE AMP SW で ON にすることが可能です。

尚 PRE AMP OFF 時は PRE AMP 回路がスルーになり、RF BPF を通過した信号は直接次段の第一ミキサーに入力されます。

PRE AMP と AIP

ケンウッドのトランシーバで AIP という機能がありますが、TS-570 や TS-2000 の PRE AMP OFF は、その AIP ON に近い動作をします。本来 AIP(Advanced Intercept Point)機能とは、TS-950 で PRE AMP の種類を変える(ゲインが低い PRE AMP を選択する)ことにより、セット自体のインターセプトポイントを向上させる(大入力信号に強くなる)機能を表していました。その後 PRE AMP 自体を OFF するセットや PRE AMP のゲインを下げるセットも AIP という機能の名前を使用するようになっています。

しかし AIP という言葉が馴染めないというご指摘もあり、TS-570 以降の固定機では TS-850 などでの AIP ON の状態を、PRE AMP OFF というセットの内部状態を表す言葉で表現しています。TS-2000 の場合 HF だけでなく V/UHF でも同様の構成になっています。

過大な入力信号で受信状態が悪い時や、外部にゲインの高い PRE AMP を接続した時など、セット内蔵 PRE AMP の ON/OFF だけでなく RF ATT の ON/OFF との組合わせでより良い状態が選られる場合があります。

PRE AMP ON というと「更に感度を上げる」というイメージがありますが、PRE AMP ON が標準状態で、PRE AMP OFF = AIP ON という気持ちで運用していただくとしっくりくるのではないかと思います。

PRE AMP を出た信号は、第一ミキサーで第一中間周波数に変換されます。この第一ミキサーは、従来から定評がある J-FET を 4 個使用したダブルバランス型のミキサーです。

4 個の J-FET をリング上に接続した回路になっており、局発レベルの最適化やパターン設計のノウハウにより従来機同等の性能を得ています。

通常、ミキサーの出力は一つの周波数で構成されますが、TS-2000 はサブ受信機を持つ構成のため、いろいろな周波数の組み合わせによる送受のビート妨害を避けるために、2 種類の第一 IF 周波数を持たせてあります。また、ルーフィングフィルターは、2 ポールの MCF を 2 枚組み合わせた構成です。

MCF を通過した信号は MOS FET による第一 IF AMP で増幅され、第二ミキサーにより 10.695MHz の第二 IF 周波数に変換されます。第二ミキサーも従来機同様 J-FET 2SK520 のバランスタイプを使用しています。

この 10.695MHz の段では HF～50MHz 帯の信号以外に、144/430MHz 帯からの IF 信号、1200MHz ユニット(UT-20)からの IF 信号も来ており、受信周波数によって必要な入力に切り換えられます。

切換回路の次段にはノイズブランカーの信号取り出し点があります。ノイズブランカ回路は AGC 時定数によるパルス分離方式で、その効果は従来機種で定評があります。ノイズブランカーの効果はノイズの種類で変わりますが、当社の方式は比較的オールラウンドな効果があります。さらに TS-2000 では NB レベル可変機能を設けてあるので状況に応じた設定が可能です。

NB の上手な使い方

良く「NB 混変調」という言葉を聞きますが、これは NB が目的信号や近接の信号をノイズパルスと勘違いして誤動作する現象で、この場合はフロントエンドの性能とは関係ありません。状態としては目的外の信号に応じてノイズが浮かび上がってくる(CW だとキーイングの通りにノイズが浮かび上がってくる)時と、目的の信号が歪んで聞こえるような現象の二通りがあります。

前者は、目的信号が比較的強力な場合や近接した周波数に強い信号が現れた時にノイズブランカの効果が無くなるために発生します。これはその強い信号によりノイズブランカの AGC が動作して NB AMP のゲインが下がるためです。信号とパルスノイズのレベルが拮抗している場合 、ATT を入れたり RF AMP を OFF してフロントのゲインを下げるとノイズブランカの効果が回復することがあります。

後者は、特に NB レベルを上げると発生しやすくなりますが、これはトレードオフですからやむを得ない現象です。受信信号が歪っぽく感じられる時には、一度 NB を OFF して確認してみましょう。

NB ゲートを兼ねた 10.695MHz の IF AMP で増幅された信号は 10.695MHz の IF フィルタ、第三ミキサー、第三 IF 周波数 455kHz の IF フィルタを通って FM 以外のモードは第三 IF AMP に送られます。また FM モードは FM IC に送られます。

10.695MHz と 455kHz のフィルターは、従来のアナログ機と同様にパネル面の SHIFT/WIDTH ツマミに連動してスロープチューン動作を行います。アナログ機や DSP を使っていても検波段以降でしか DSP を使っていない機器の場合は、この二つのフィルターで決まる選択度で全体の(高周波)選択度が決まります。この選択度は二つのフィルターの帯域幅が同じ場合、お互いの中心周波数が一致した時にもっともフィルターの切れが良くなります。しかし帯域可変機能で帯域を絞った時は、片側のスロープがもう一方の通過帯域に入るためフィルター1 個分の切れに戻ります。実際の運用で混信をカットするために帯域を絞ったのに、なんとなく切れが鈍くなったような場面を経験することもあるかと思いますが、それは以上の理由によります。

TS-2000 の場合、TS-870 と同様にセット全体の最終選択度は IF DSP 段で決定されており、アナログ段でのスロープチューン動作は IF DSP の帯域幅よりも若干広くなるように設定してあります。これはルーフィングフィルタの通過帯域内に存在する目的外の信号を除去するための機能として使われています。従って帯域を可変しても受信帯域のスロープは、IF DSP で決定されるスロープそのもので動作することになります。

このようにして選択された FM 以外の受信信号は、455kHz の IF AMP で増幅され第四ミキサーで 12kHz の最終 IF 周波数に変換された後、コントロールユニットにある DSP へと送られていきます。

FM モードの場合は FM IC 内部で 455kHz に変換され、リミッター増幅された後にアナログ検波し AF 信号として DSP に送られます。

50MHz で便利な機能

50MHz の DX バンドは SSB と CW が混在しているので、他のバンドとはちょっと違った運用スタイルが必要になります。TS-2000 にはそのような時に便利な機能を搭載しました。(全てメニューで選択できます)

1.キーダウンでモードを CW に切り換える機能:USB でワッチ中にキャッチした CW 局にクイック応答できます。
2.SSB と CW のビート周波数を一致させる機能:今までのように USB で CW のゼロビートによるゼロインをしなくても大丈夫です。
3.プログラムスロースキャン:例えば、プログラムスキャンで 50.100～50.150 までをサーチしたい、でも 110 と 120 付近は特に重点的にワッチしたい場合などに便利です。速いスキャンスピードを設定していても、指定したスロースキャンポイント(最大 5 ポイントまで設定可能)では、スピードが自動的に最も遅いスピードになります。

このユニットには、ノイズブランカ以外の周辺回路も同居しています。

TS-2000 は従来機同様にオールモードスケルチを装備しています。FM 以外のモードでは AGC 電圧の変化を利用した AGC スケルチ、FM モードではノイズ整流型スケルチです。FM モードはメニューによって S メータースケルチにも切り換えられますので、深いタイトレベルが必要な時には便利です。

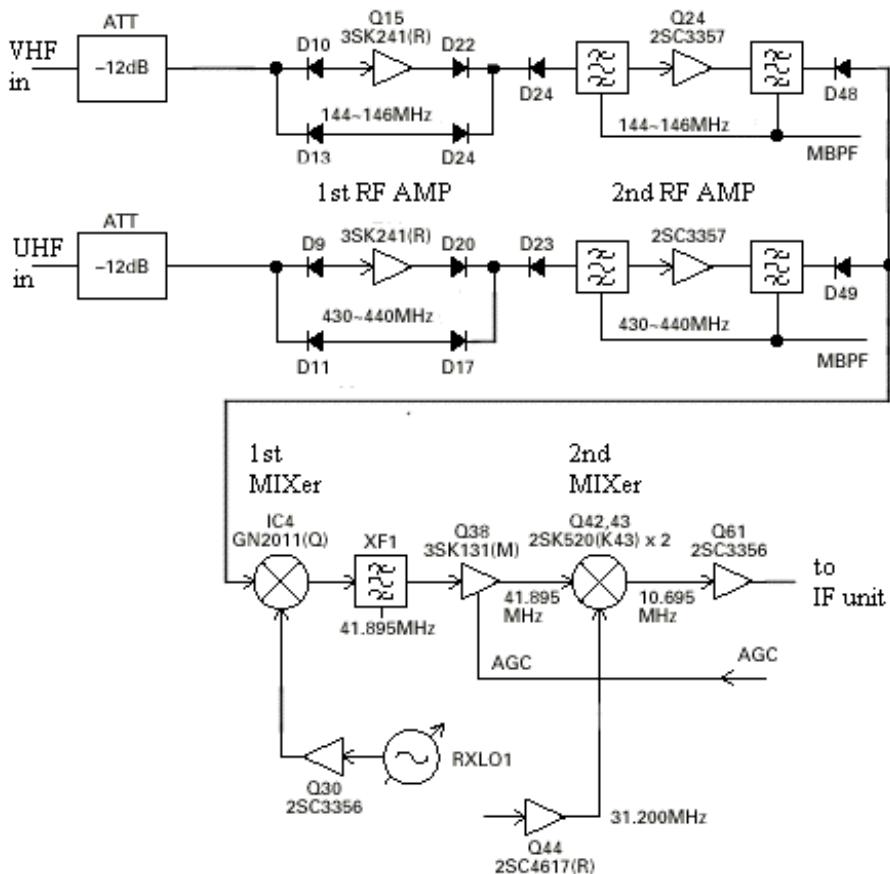
また TS-2000 は標準装備の±0.5ppm 高安定 TCXO が安定した通信を可能にしていますが、1200MHz で相手局に周波数ずれがある場合を考慮して ALT(Auto Lock Tune:AFC 機能)回路も内蔵しています

(1200MHz FM モードのみ動作)。

この機能は FM 検波回路のディスクリミネータが発生する DC 電圧をメイン CPU が読み取り、基準電圧との電圧差が無くなるように受信 PLL の発振周波数を可変させます。このように TS-790 同様デジタル AFC として ALT 機能を実現しています。

コントロールユニットの DSP でデジタル信号処理された信号は、オーディオ信号となってこのユニットに戻ってきます。これを AF PA IC で電力増幅してスピーカーを駆動します。

TS-2000 はメイン、サブ、2つの受信部を搭載しているので、外部スピーカーも 2 個接続できるように配慮しています。また、外部スピーカーが 1 個の場合でも、その接続方法とメニューの設定でメイン・サブの鳴り分け、メイン・サブ音声のミックス度合いもメニューから設定可能です。

例えば本体スピーカーのみの場合メインの音かサブの音か判りにくいことがありますが、メインはセットの内蔵スピーカー、サブは外付けスピーカーに設定し、外付けスピーカーはセットから離して置くと音が出る方向でどちらか判別できて便利です。

また、ヘッドホンの場合、右と左で完全に違う音が出る場合人によっては聴き疲れがすることもあるかと思います。このような時にはメニューで 1/4 だけ反対側の音を漏らす設定にすることもできます。

HF と V/U FM を同時に受信できる TS-2000 ならではの使い方があります。

コンテストで HF の交信を行いながら V/U の FM でローカルからの連絡を待つような運用があると思います。この時ヘッドホンを使用しても 1 台のセットで、HF と V/U の FM の音声を両方同時に聴くことができますので、ヘッドホンの中に V/U のセットからの音声を聞くためのイヤホンをしたりする必要がありません。

(2.3) 受信部の回路構成（144/430MHz 帯のフロントエンドと IF 部）

図にメイン V/UHF 帯のフロントエンドと IF 回路の概略を示します。

144MHz 帯と 430MHz 帯のフロントエンドは、バンド毎に独立した RF AMP（初段メイン・サブ共通、2 段目メイン・サブ独立）と V/UHF 共通の第一ミキサー（メイン独立）で構成されています。サブ側への分岐は、図にはありませんが、初段 RF AMP の出力を分配することで行っています。（サブ側の説明は後述）

各アンテナからの信号は送受の切換回路を経た後、RF ユニットに送られ、まず ATT 回路に入ります。感度優先の V/UHF 帯では ATT は不要な場合が多いでしょうが、過大入力時の対応として設けてあります。

次に RF AMP ですが、TS-2000 は V/UHF とも 2 段構成の RF AMP を採用しています。初段は GaAs N-Channel MES FET である 3SK241 を使用。2 段目には大入力特性を考慮して 2SC3357 を用いています。2 段アンプではゲインが高過ぎはしないかとご心配の向きもあるかと思いますが、レベル配分には十分注意して設計してありますので、従来機同等以上の 2 信号特性と受信感度を両立させています。

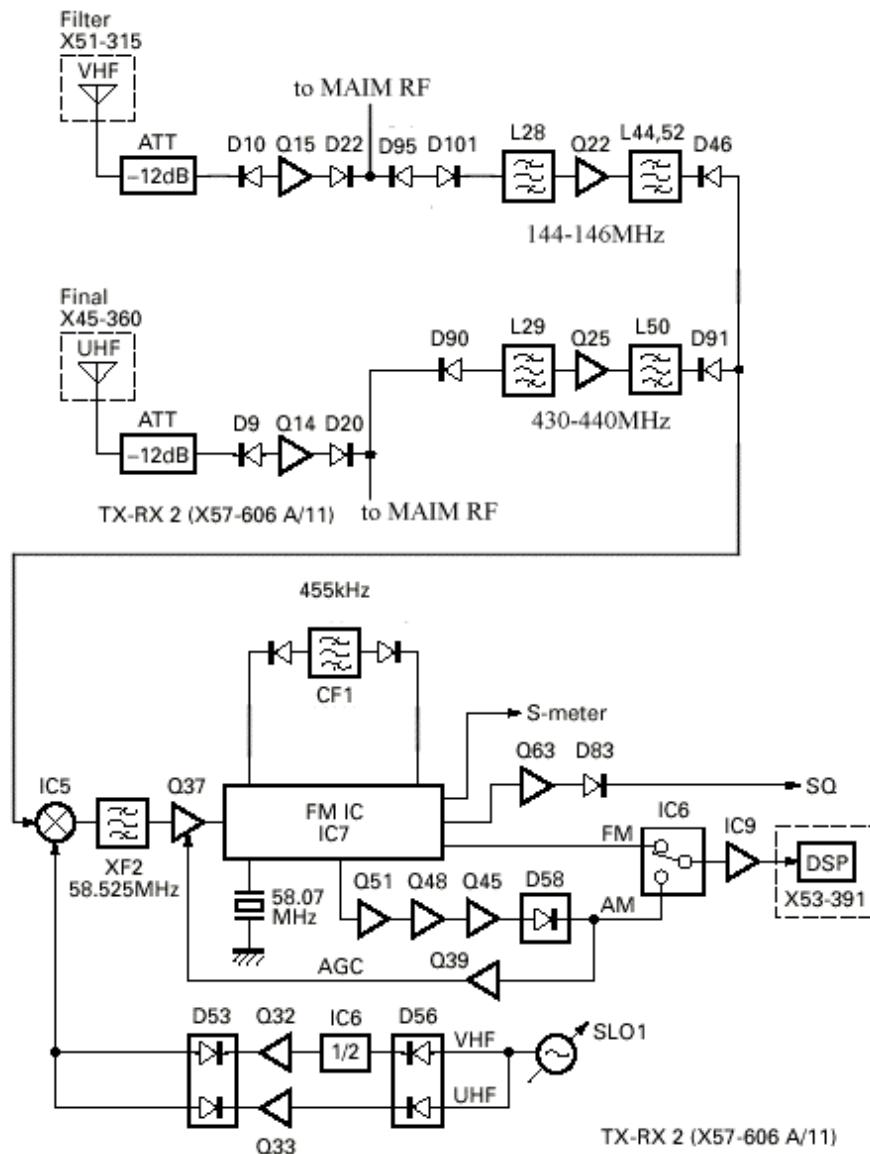
ブロック図には出ていませんが、VHF 帯の 1 段目の入力側には必要な帯域を通過させる共振回路 2 段の BPF を設けてあり、FM 放送や TV 放送の電波をカットしています。妨害波カットをトラップで行う方式もありますが、TS-2000 のような固定機では、より強い妨害波排除特性が求められますので BPF を使用しています。

初段の RF AMP はブロック図で示すように ON/OFF することができ、これはフロントパネルの SW(PRE AMP SW)でコントロールすることができます。TS-2000 は初段の RF AMP が ON の時に所定の感度が得られるように設計されていますので、通常は PRE ON でお使いください。なお、当社の以前の V/U オールモード機は PRE AMP ON/OFF 機能がありませんでした。似たような機能で AIP 機能(TM-255/455 の場合、PRE AMP のバイアスを変えることで一定のゲインを下げる方式)を搭載した V/U オールモード機もありましたが、TS-2000 では初段の PRE AMP 自体をスルーにし、ゲインを大きく下げるように動作します。

1 段目と 2 段目の RF AMP の間と 2 段目の RF AMP の出力側には、受信周波数に応じて同調周波数をチューニングする BPF があります。VHF 帯では 4 段、UHF 帯では 6 段の共振回路を使用することにより、必要な通過帯域特性を得ています。

信号はその後、バンド切換の PIN ダイオードによって目的のバンドが選択され、V/UHF 専用のミキサー回路に導かれます。ここで使用しているミキサーは RF AMP 同様 GaAs N-Channel MES FET タイプで、4 個の FET がワンパッケージに封入された GN2001 を採用し、ダブルバランス型のミキサー回路として使用しています。このミキサー素子は当社業務無線機でも採用されており、インターセプトポイントが高く、また通過ロスが少ないためバランスのとれたフロントエンドを構成することが可能となっています。

ミキサーの後には 2 ポールの MCF(中心周波数 41.895MHz)を 2 枚使用したルーフィングフィルタがあります。ここでは FM 帯域を通過させる帯域を持たせつつ、隣接チャンネルからの十分な減衰を選られるようになっています。

その後第一 IF AMP で増幅され、第二ミキサーで 10.695MHz に変換されて IF ユニットに送られます。この段以降は HF の IF と同じ処理を行いますので、IF DSP 機能など HF と同様の機能を V/UHF 帯でも動作させることができます。

次ページにサブ V/UHF 帯のフロントエンドと IF 回路の概略を示します。

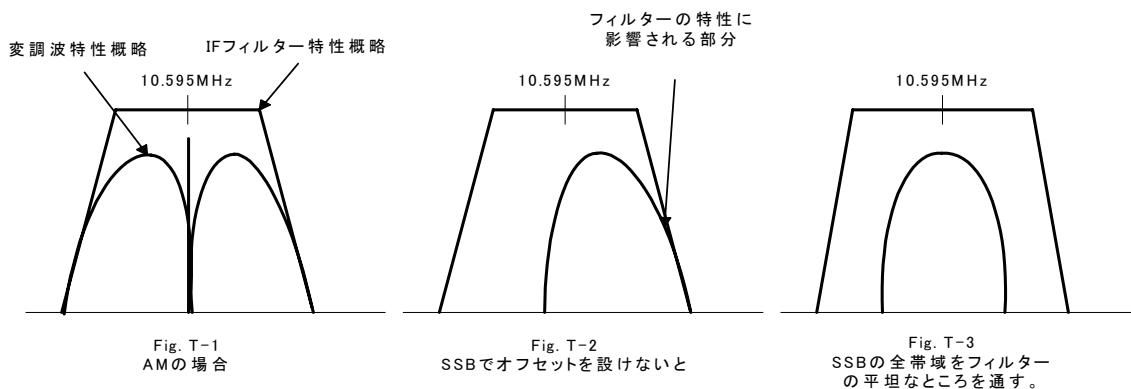
TS-2000 は V/UHF 帯で 2 波同時受信(サブ側のモードは FM/AM に限定されますが)を行うために、サブ専用の V/UHF フロントエンドと IF を持っています。サブ受信機能はメイン側と独立して動作しますので(ATT・PRE ON/OFF は共通)、過去においてハンディ機やモービル機でしかできなかった同一バンドでの 2 波同時受信が可能です。構成としては全体の説明で書きましたように、オールモードのトランシーバーにサブ受信機が内蔵されているようなイメージです。

さて、サブ受信部を内蔵するにあたっては、いくつか検討課題が出てきます。まず、アンテナ端子をどうするのか。回路構成上の制約からいえば、メインとサブでアンテナ端子を別にした方が回路が簡単になります。しかし、実際の使い方を考えた場合、サブ専用のアンテナを建てるのは使い勝手からいうと好ましい方法ではありません。そのため TS-2000 では、1 段目の RF AMP の出力側からサブ受信経路を分配する方法を取ることで、サブ専用のアンテナ端子を設けなくても良い設計としました。先に説明したように全体の NF は 1 段目の RF AMP でほぼ決まるようになっているため、分岐回路による感度低下は発生しません。

つぎに TS-2000 では、同一バンド同時受信を行うために、メインとサブで異なる周波数を扱わなければなりません。また TS-2000 は先に述べたように同調形のフロントエンドになっているため、もし同調回路がメイン・サブ共通であればメイン・サブ間でゲイン差を生ずることになります。このような不都合を避けるために、サブ側にはサブ側専用の同調回路を設ける構成になっています。たかが「サブ受信部」ではありますが、このように固定機としてふさわしい回路構成としています。

実際の信号の流れとしては、アンテナから第一 RF AMP まではメイン・サブ共通の信号経路となり、その後の第二 RF AMP 以降がメイン・サブ独立した回路となります。なお RF AMP、第一ミキサーに使用している素子はメインと同じものを使っています。またサブの IF 回路はブロック図にあるように従来型のアナログ IF IC で構成されています。AM 受信時はメイン側とは方式が異なりますが、AGC もかかるように設計してありますので快適な受信が可能です。

サブ側 V/UHF 帯フロントエンドと IF 回路の概略図

(2.4)　送信部の回路構成（信号の流れと各種ゲインコントロール）

1)　FM 以外のモード（SSB、AM、FSK、CW）

DSP の AF 段処理部において、送信帯域幅の可変やスピーチプロセッサー、TX イコライザー、マイクゲインコントロール、VOX などの処理を行います。その後 DSP の IF 段処理部にて、音声信号の変調、CW 波形発生、FSK 信号発生を行い、最後に DAC でアナログ信号に変換して出力します。これにより 12kHz をキャリア周波数とするIF信号となり、IF ミキサーへと送りこみます。

2)　IF ミキサー＆フィルター

12kHz のIF信号は、この後 10.595MHz のIF周波数に変換されます。局発信号は、DDS により発生させた 10.583MHz（モードによって異なります）とミックスして取り出します。ここで MCF（6 素子相当/モノリシック・クリスタル・フィルタ）を通過させ、不要な局発信号やスプリアスを除去します。帯域幅 6kHz 程度の必要にして十分な切れを持たせてあります。

AM は、キャリア周波数をフィルターセンター周波数に合わせます（Fig.T-1）。SSB の場合、基本的には帯域幅が 3kHz 以下ですから、フィルターのセンター周波数にキャリア周波数を合わせた方が周波数構成上シンプルにできるのですが、これではせっかく DSP で処理された SSB 変調波の高域側が、フィルターの特性にかかってしまい(Fig.T-2)デジタル変調の良さをフルに発揮することができません。そこで周波数構成上複雑にはなりますが、変調波の周波数部分をフィルターの平坦部分を通過させるため、1^{ST}ミキサの局発信号をフィルターのセンター周波数から 1.5kHz シフト(Fig.T-3)させています。DSP によって変調波のスペクトラムを管理していますので、最大 3kHz の帯域幅で送信することが可能となります。

Fig. T-1
AMの場合

Fig. T-2
SSBでオフセットを設けないと

Fig. T-3
SSBの全帯域をフィルター
の平坦なところを通す。

3)　FM モード

AF 段のベースバンド処理は、SSB や AM と同様の処理の他にプリエンファシスや瞬時周波数偏移制限の処理を行います。変調用発振器にはデータ通信での変調特性を考慮して専用の VCXO（Voltage Controlled X'tal Oscillator）を使用しています。この変調回路は DC 領域から数 kHz の周波数までのフラットな変調ができますので、9600bps でもビットエラーレートの低い、安定した性能が得られます。

4)　IF アンプ

10.595MHz のIF段では、後で説明する各種ゲインコントロール回路を通過した後、各バンド別のIF回路へ供給しています。

●1.8～50MHz 帯

帯域外スプリアスが発生することなく、全周波数帯域で送信できる様、一度高い周波数に変換します。サテライトモードやサブバンド使用時にスプリアス受信がおきないよう、バンドによってIF周波数を巧みに切り換えています。(例 14MHz 帯:68.985MHz　21MHz 帯:75.825MHz)

このIF 周波数のバンドパスフィルターは、固定の広帯域のフィルターではなく、バリキャップダイオードによりセンター周波数をシフトする方法を用いています。そして、このIF周波数信号を最終段ミキサーにより目的の送信周波数に変換します。また、ミキサーは GaAs-FET(3SK241)を使用したローノイズ・ハイレベル・ミキサー回路で、実績のある回路を使用しています。目的周波数に変換された後は、バンドごとに独立した受信と共用のバンドパスフィルターを通過して不要なスプリアス成分が除去された後、増幅され、ファイナルユニットへ供給されます。

●144、430MHz 帯

10.595MHz のIF信号をさらに 41.795MHz のIF周波数へ変換します。ここで MCF によりスプリアス成分を除去した後、最終段ミキサーで目的周波数に変換します。ミキサーは、ショットキーバリア・ダイオードを組み合わせたダブル・バランスド・ミキサー回路です。

目的周波数となった送信信号は、144MHz 帯では狭帯域バンドパスフィルター、430MHz 帯ではバリキャプ・ダイオードを用いた可変帯域バンドパスフィルターを通過させてスプリアス成分を除去してから増幅します。

5)　ファイナル部

ファイナル部はユニット2枚構成で、1.8～144MHz 帯のユニットと 430MHz 帯のユニットに分かれています。

●1.8～144MHz 帯

1.8～144MHz 帯の信号は、ファイナルユニットの中で切り換えて、途中まで同じ回路で増幅します。高周波特性の良い MOS FET(2SK2596)を用いた段と、従来から実績のあるトランジスター(2SC1971)を用いてプリドライブ段とし、約 1W まで増幅します。ドライブ段も実績のあるトランジスター(2SC1972)をプッシュプルで構成し、数 W の電力まで増幅します。ここで 1.8～50MHz 帯の信号と 144MHz 帯の信号はそれぞれに分かれてファイナルアンプに入力されます。1.8～50MHz 帯はバイポーラトランジスター(2SC5125)を 2 個、広帯域トランスを用いたプッシュプルアンプを構成しています。また、144MHz 帯はバイポーラトランジスター(2SC2694)を2個、電力分配器・電力合成器によるパラレルアンプを構成しています。

さらに EME 用途を考慮して 100W 出力にも耐える構成で、余裕のハイパワーを実現しています。

●430MHz 帯

430MHz 帯の大電力のデバイスではあまりゲインは稼げません。HF～144MHz までは NFB をかけ広帯域化し、ゲインを抑えていたプリドライブアンプ(2SK2596)ですが、430MHz 帯では同じ「石」を430MHz 専用に設け、NFB なしのフルゲインで働かせています。そしてその後段(2SK2595)を用いて約 7W にまで増幅します。ドライブに(2SC3022)、ファイナルに(2SC3102)を用い、定格アンテナ出力 50W に対してひずみの少ない、余裕のある構成になっています。

6) 各種ゲイン制御回路

●ALC 回路

送信出力は、【PWR】キーを押し、【MULTI/CH】ツマミで設定することができ、設定された送信出力となるように ALC 回路で制御されます。SSB モードでは、尖頭値電力が設定された送信出力を越えないように制御しています。可変範囲は以下のとおりです。初期値は 5W ステップ※ですが、メニュー設定により 1W ステップに変更することもできます。

※1200MHz 帯(10W)、V/VX タイプおよび S/SX タイプの 430MHz 帯 AM モード時は、1W ステップです。

	HF/50MHz	144/430MHz
TS-2000S/SX	5～100W(AM は 25W)	5～50W(AM は 25W、ただし 430M は 12.5W)

	HF	50/144/430MHz
TS-2000V/VX	1～10W(AM は 5W)	1～20W(AM は 5W)

【PWR】で設定した出力より実際の出力が低い場合はIFゲインが最大になり、また設定した出力より上がりそうになったら出力を下げるようにIFゲインを下げる働きをします。ゲイン制御の電圧を受け取ったデュアルゲートMOS FET 使用のIFアンプでは、この電圧に応じてゲインを上げ下げしてコントロールする、定番の回路です。

ALC がかかると ALC メーターが振れ、どの程度の制御をかけたかを知ることができます。ALC メーターがたくさん振っている状態でも電波の質が極端に悪くなることはありませんが、より自然な音質を求める場合は、ALC メーターが適度に振れる程度に調整することをお勧めします。適度とは、ALC メーターが最大に振れる時にメーターバーの「ZONE」表示の中に収まる状態を想定しています。(Fig.T-4)

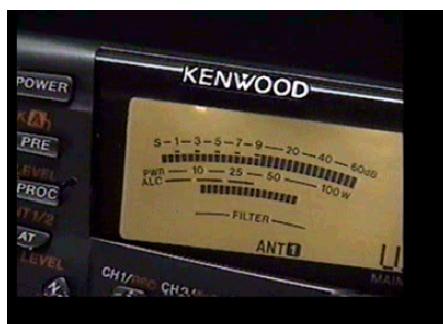



Fig.T-4：メーターの写真

写真内の ALC より横にのびたラインが適正ゾーンを表します。

リニアアンプなど外部から ALC 信号を入力すると、その機器にとって最適な送信出力となるように制御することもできます。

この場合は、通常の TS-2000 本体でかかる ALC にプラスして制御がかかりますので、ALC メーターの振れも大きくなる傾向があります。ALC を調整する手段としては、声の大きさの他、【MIC】、【PROC OUT】、【CAR】、【PACKET IN】のレベル設定があります。

各種ゲインコントロールの方法

多機能化するトランシーバーにおいて一番頭を悩ますのは、ツマミやキーの数が増えることによるそれらの配置方法です。一度設定すれば良いという機能に関しては、「メニュー機能」に入れてしまうことができますが、時々調整が必要な機能や、運用スタイルに合わせ変更が必要なものはできる限りメニューに入れずに調整できるよう、「ダブルファンクション」などを活用させます。

例えば、通常使用のマイクロホンとコンテスト時に使用するヘッドセットを使い分ける場合などは、マイク感度に違いがあれば当然マイクゲインの再調整が必要です。この場合、この章で説明している「マイクゲイン調整」は、単に【MIC】とか、【MIC】ボリュームと称していますが、

実際は

1.【MIC】キーを押す。

2. サブ表示下部にでる「MIC GAIN」表示を見ながら、【MULTI/CH】ツマミで調整する。

という具合にです。

パワー調整の場合も同様に、

1.【PWR】キーを押す。

2. サブ表示下部にでる「POWER」表示を見ながら、【MULTI/CH】ツマミで調整する。

となります。

マイクゲインやパワーなどより、調整する機会が少ないキャリア調整などは、【MIC】と兼用になっている【CAR】キーをダイレクトに押すのではなく、【FUNC】キーを押してからの作業となります。このように、使う頻度によって直接ボリュームを回すなどの「ダイレクト」な手法、「ダブルファンクション」による調整、そして「メニュー」の活用で、多機能なトランシーバーをコントロールしているわけです。

●モード別の ALC 調整手段

きれいな電波を出すには、ALC の調整には気を使いたいところです。各種モードによって ALC を調整する方法が違いますので、下記を参考にして ALC メーターを見ながら調整してください。

◆SSB　PROC OFF 時　　【MIC】

声の大きさで変化しますので、自分の声にあわせて【MIC】で調整してください。

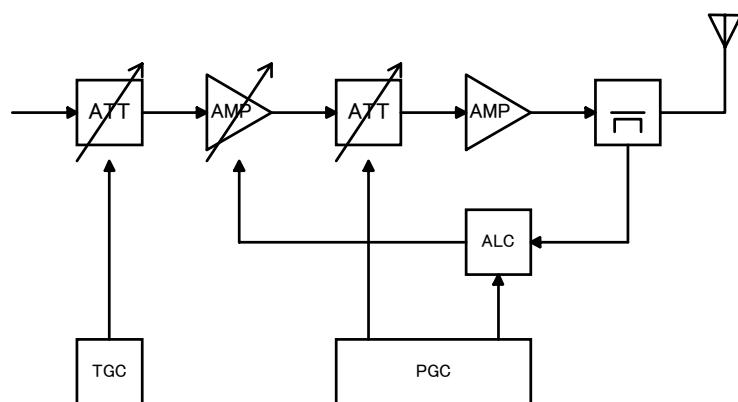
◆SSB　PROC ON 時　　【PROC OUT】

大声の場合に調整したレベルまで自動的に下げてくれますので、その調整位置を ALC メーターのゾーン最大にあわせます。

◆AM　PROC ON/OFF　　【CAR】（【MIC】、【PROC OUT】では、変調度が変化します）

AM の場合、過変調にしてしまうと、マイナス変調になったり、帯域が広がったりします。変調信号とキャリア信号の両方を適切に調整する必要があるのですが、AM の ALC 回路の応答を平均値タイプにすることにより（AM 以外は尖頭値タイプです）、ALC が動作しても AM のキャリア電力が下がることがないようにしています。このため少々ラフな調整でも問題なく、【CAR】で ALC メーターのゾーン内の適当なところに合わせ、しゃべった場合に ALC メーターが一つか二つ増える程度であれば変調は十分にかかるようになっています。

また PROC は過変調を抑える有効な手段ですが、伝播状態が良い場合、マイクによっては周辺の音まで拾ってしまいますので、ケースバイケースで PROC の ON/OFF を使い分けてください。これは AM に限ったことではなく、他の音声系のモードでも同様です。しかし変調の前段階までは TX モニター機能でチェックすることができますが、実際に送信される電波の質は、外部受信機を用意しないと最終的なチェックはできません。ALC などの機能を理解した上で、正しく調整してお使いください。

◆CW、FSK　　　　　　　　　【CAR】

CW は電波の断続ですから、その立ち上がり、立下がりが急峻であるとスペクトラムが広がり、他局に妨害を与えます。ケンウッドの IF DSP 搭載機は、全てガウシアン特性の立ち上がり立下がりをもった CW キーイング信号を発生します。それに加え ALC 回路のゲインコントロール機能を利用したキーイング回路により、波形の立ち上がりでオーバーシュートすることも無く、きれいな CW 波形を実現しています。やはりこれも ALC メーターの最大ゾーンまで【CAR】を調整した時、波形がもっともきれいになるように設計されています。

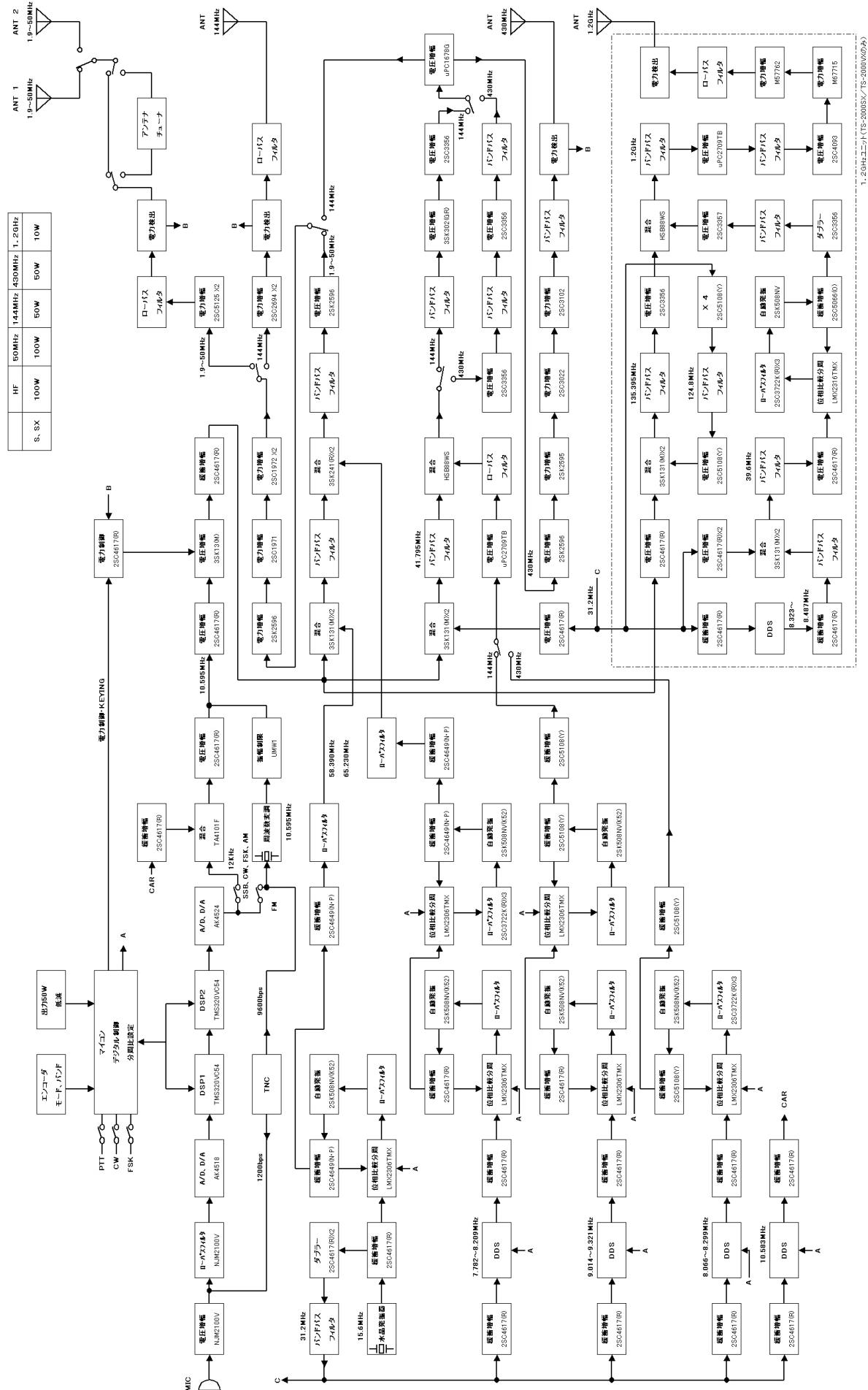
◆FM

FM モードでは ALC 調整はできませんが、常に制御がかかっています。ALC 回路は、機能的には FM トランシーバーにおける APC 回路とほぼ同様の働きをしています。FM モードの特性上 ALC のかかる量が多少変化しても音声や出力は変化しませんので、無調整でお使いいただけます。

●送信ゲインコントロール

アンテナ出力は、ユーザーにより任意に調整できますが、セット内部では、多バンド化のためのゲイン差を自動的に調整する TGC 回路、パワーコントロールを行った場合にゲイン配分を自動的に最適に調整する PGC 回路があります。概略図を以下に示します。

概略図

◆TGO (TX Gain Control)

TS-2000 は、たくさんのバンドを装備しているので、どのバンドでも同じように安定したレベル配分を行い、ほぼ同じ設定で運用できるようバンド毎のゲイン調整を行う回路です。最適な状態になる様に工場出荷時に調整されていますので、どのバンドにおいても安定した性能が得られます。

TGC 回路はバンド間ゲイン差の補正を行うため、パワーコントロール回路とは独立した ALC フィードバックループの外側（入力側）に配置されます。可変デバイスはピンダイオードを採用、これによるアッテネーションはバンドごとに設定値を持っています。

◆PGC (Power Gain Control)

PGC は、パワーコントロール時のゲインの適正配分を行う回路です。【PWR】で設定したパワーに応じて最適なゲイン配分となるよう、自動的に変化します。細かくゲインを制御することにより、パワーを変化させても安定した性能が得られます。

パワーコントロール回路によりパワーを下げる場合、パワーの上限を決定している ALC 回路をより多く働かせます。ALC がより多くかかる方向ですから、ALC フィードバックループ内のゲインが過剰となっていることになります。よって、PGC は ALC フィードバックループ内に配置されパワーコントロールに応じたゲインを自動的に設定するように設計されています。こちらも可変デバイスにはピンダイオードを採用しました。

	HF	50MHz	144MHz	430MHz	1.2GHz
S、SX	100W	100W	50W	50W	10W

TS－2000S/SX 送信機系統図

3.アンテナチューナー

TS-2000 のアンテナチューナーは TS-570 で開発されたリレー式のものを小型化して搭載しており、1.9MHz～50MHz 帯で動作します。もちろんプリセットメモリーにも対応しており、モーターやギアなど回転するものがありませんから、バンドチェンジしたときの設定切り換えは一瞬で終わります。

同調範囲やチューニング追い込みのアルゴリズムはホスト CPU でコントロールしており、きめ細かな制御を行っています。リレー切り換えでちゃんと同調がとれるのかと良くご質問いただくのですが、50MHz バンドでの必要な最少可変ステップを計算して設計してありますから、安心してお使いになれます。

チューニング部の構成は T 型のマッチング回路となっており、メニュー設定によって受信時にアンテナチューナーを通す、あるいは通さないの選択も可能です（ANT1/ANT2 端子のみ）。なお、フルブレークイン動作時はアンテナチューナーの IN/THROUGH 切り換えが送受に連動して発生しないよう、常にアンテナチューナーを通過させるようになっています。

一方アンテナチューナーはスペックによらず色々な条件でも整合がとれてしまう実力を持っています。しかし高い SWR でアンテナチューナーの整合がとれてしまう場合、ファイナルからはフルパワーがアンテナチューナーに供給され、コイルやコンデンサに大きな負担をかけてしまうことになります。（これは TS-2000 に限らず、どのアンテナチューナーについても言えることです。）TS-2000 は TS-570 同様、安全を考慮して SWR が約 10 以上ではチューニングがスタートしないように設計しています。

いずれにしても、アンテナの SWR はアンテナチューナーを使用しない状態でできるだけ低く調整してお使いになることをおすすめします。

4.1200MHz ユニット解説

1) 概要

TS-2000SX/VX に採用された 1200MHz ユニットは、TS-2000 のために新規開発されたオールモード対応 1200MHz ユニットです。TS-2000S または TS-2000V タイプではバージョンアップ対応として提供しています。（TS-790 用の UT-10 は TS-2000 にはご使用になれません。また、1200MHz ユニットの単体販売はありません。サービスセンターでの組込のバージョンアップとなります。）

UT-10 と「TS-2000 用 1200MHz ユニット」の違いを簡単に説明しますと。UT-10 は RF 部、IF 部、PLL 部合計 3 枚のプリント板で構成され、製品自体もクーリングファンを実装したダイキャストシャーシで成り立っています。従って製品の体積も大きく、親機の中でもかなりの実装スペースを必要としていました。「TS-2000 用 1200MHz ユニット」は UT-10 が設計された時期とかなり時代が変わっていますので、当時には無かった小型部品を使用することができ、また回路構成を見直すことによって、わずか 1 枚のプリント板で UT-10 と同等、あるいはそれ以上の性能を獲得しています。

実装方法としては TS-2000 のダイキャストシャーシの横側をバスタブ構造にし、収納するスタイルを取っており、これによってきわめて良好なシールド効果を得ています。当然密封された環境となるため、放熱が心配になりますが、1200MHz ユニット（ファイナルモジュール）から発生した熱を本体のダイキャストシャーシに拡散させ、それを本体の強力なクーリングファンで冷却していますので熱の影響はまったく心配ありません。

回路的には UT-10 が第一 IF を広帯域にとった構成であったのに対し、「TS-2000 用 1200MHz ユニット」は第一 IF に中心周波数 135MHz の MCF を採用することで IF ユニットに送られるまでのヘテロダイン段数を 1 段減らしています。なお、この狭帯域化のため ATV IF の入出力端子は装備しておりませんのでご注意下さい。

S/V タイプへの「TS-2000 用 1200MHz ユニット」の実装は、性能をフルに発揮させるため、各サービス拠点で対応させていただきます。

2) 1200MHz 受信部

アンテナ端子から入力された受信信号は、2 段階の周波数変換により、1260MHz～1300MHz の受信信号を 10.695MHz の中間周波数に信号変換し TX-RX1 ユニットに送り出されます。

アンテナ端子から入った信号は，ショートスタブによる送信高調波トラップ、ダイオードによる送・受信切換回路を通って初段の高周波増幅部に入りますが、スタブは受信時においてはゆるやかな BPF として作用しています。

初段高周波増幅部は GaAs HEMT（2SK2685）を使用した高感度設計です。初段増幅部で増幅された信号は、2 素子の小型誘電体フィルターにより帯域外の不要信号成分を取り除きます。2 段目の高周

波増幅部は初段とは異なり、バイポーラトランジスター（2SC5008）を使用しています。2 段目の高周波増幅部出力は、3 素子の小型誘電体フィルターを通過し、第一混合部へと送られます。

第一混合部にはデュアルゲート GaAs FET（3SK241）を使用し、約 1.1GHzの第一局発信号を注入して 135.495MHz の第一中間周波数に変換します。この後 MCF フィルターにて不要信号成分を取り除き、AGC 付きの第一中間周波増幅器で増幅された信号は第二混合部へと送られます。第二混合部には 2SK520×2 を使用し、124.8MHz の第二局発信号により 10.695MHz の信号に変換。この後、第二中間周波増幅器で増幅された信号は，TX-RX1 ユニットに送り出されます。

3) 1200MHz 送信部

TX-RX1 ユニットからの送信信号は2段階の周波数変換により、10.595MHz の中間周波数信号は 1260MHz～1300MHz の送信信号に変換されアンテナ端子に送られます。

TX-RX1 ユニットからの送信信号は、中間周波数増幅器（2SC4617）において増幅された後、第一混合部へと送られます。第一混合部は 3SK131×2 を使用し、124.8MHz の第一局発信号により 135.395MHz の信号に変換されます。この後、MCF フィルターにて不要信号成分が取り除かれ、2SC3356 によって増幅され、第二混合部に送られます。

第二混合部は、ダイオードおよびトランスによるダブル・バランスド・ミキサーで形成されており、約 1.1GHz の第二局発信号を注入して 1260MHz～1300MHz の信号に変換されます。

第二混合部の出力は 3 素子の小型誘電体フィルターにて不要信号成分が取り除かれ、広帯域 IC 増幅器（μPC2709）によって増幅されます。

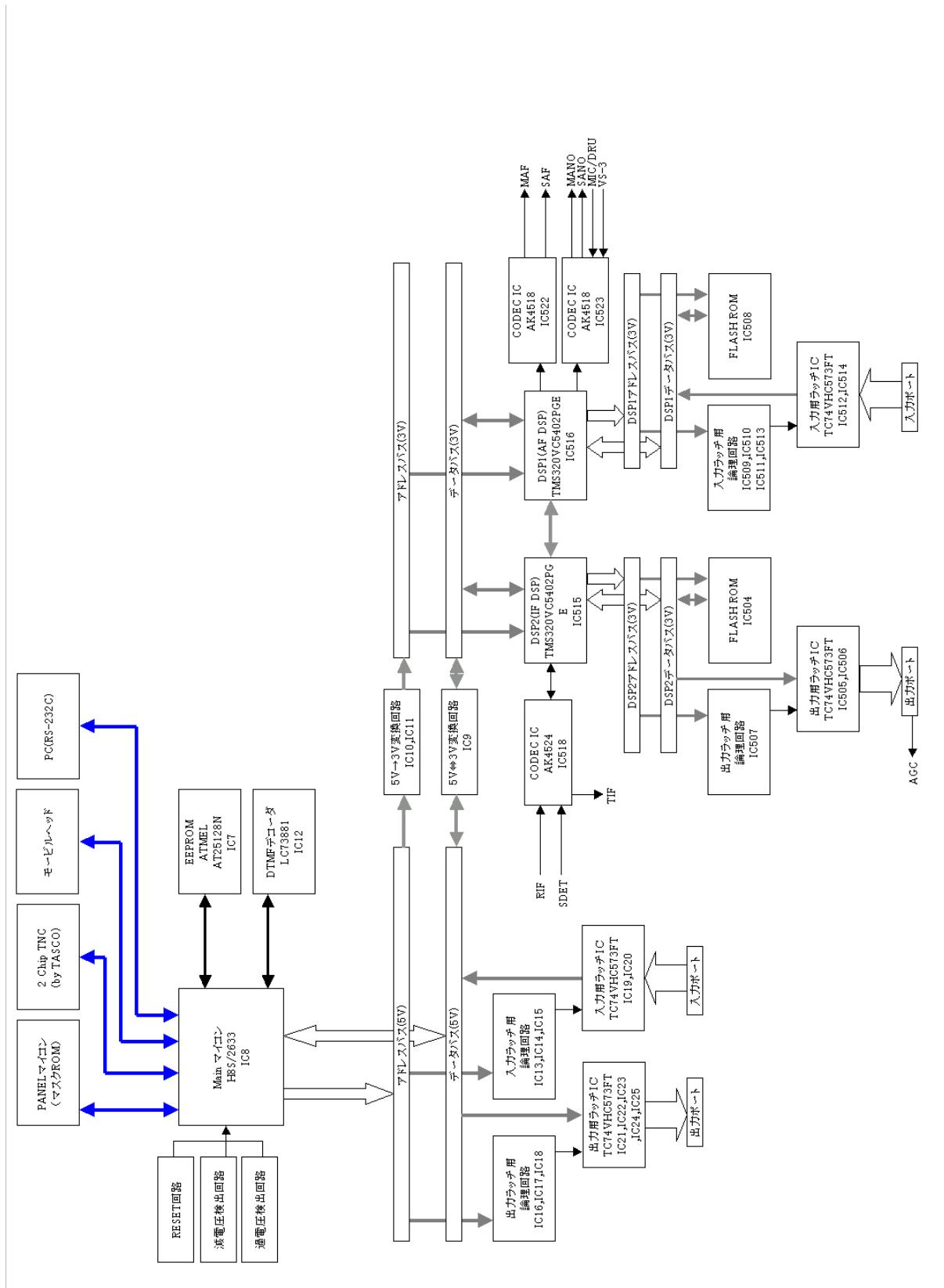
IC 増幅器の出力は再度3素子の小型誘電体フィルターを通過して、さらにトランジスタ増幅器で増幅されます。この信号は，ドライブ段のパワーモジュール M67715 に入力され、約 1W に増幅された後ファイナル段のパワーモジュール M57762-02 にて最終的に必要な電力に増幅されアンテナ端子に送られます。

5.DSP 回路

ケンウッドはアマチュア無線機として世界で初めて DSP (Digital Signal Processor)を搭載した TS-950 シリーズを開発し、以来 IF 段の DSP 化を行うなど、DSP の技術開発を常にリードしてきました。
その先進の技術をさらに進化させた TS-2000 の DSP について説明します。

1) DSP (Digital Signal Processor)

TS-2000 のデジタル信号処理の心臓部ともいえる DSP には TS-870 で採用されたモトローラ社製の 24 ビット DSP に代えて、処理速度が最大 100MIPS、演算精度が 16 ビットという高速演算能力をもち、コストパフォーマンスにも優れたTI社製の DSP「TMS320VC5402」を 2 個使用しました。

一見ビット数が下がり、後退したかのように思われるかもしれませんが、高速 16 ビット DSP による倍精度演算を行うことにより、DSP 内部では 32 ビットでの信号処理を行うことになり、IF 段からのデジタル信号処理も可能となっています。

この DSP を約 100MHz で動作させ、2 つの DSP の間はシリアルポートで接続し、相互にデータ通信を行っています。

DSP の演算に必要なメモリーとして、それぞれの DSP に内蔵される 8k ワード×2 ブロックの RAM の他に、フィルターデータやプログラム格納用として 1M ビットのフラッシュ ROM を、それぞれの DSP ごとに1個搭載しています。フラッシュ ROM は DSP にのみ接続され、DSP は直接フラッシュ ROM からデータを読み出すことが可能です。

フラッシュ ROM にはアクセスタイム 90nsec もしくは 120nsecの高速フラッシュ ROM を採用。高速 ROM によりウエイトが少なくてすむため、ROM アクセス時における DSP の処理速度低下が少なくなっています。また、内部 RAM を効率よく使用することにより、実際のメモリーアクセスのほとんどを RAM で行うようにプログラミングしてあり、DSP の能力を最大限に引き出すことができます。

以上の構成により、TS-2000 では FM 検波以外のモードでの DSP 検波、ノイズリダクション、オートノッチ、ビートキャンセルといった機能はもちろんのこととして、その他数多くの機能や回路の DSP 化を実現しています。

図A. コントロール回路ブロック部

2) アナログ−デジタル変換

RF 回路からのアナログ値を DSP で扱うことができる「デジタル値」に変換する手段として、A/D コンバーターとD/Aコンバーターが 1 つのパッケージに搭載されたオーディオ用 CODEC IC を採用しました。微弱な IF 信号が検出できるため、IF 段では 24 ビット分解度のものを使用しています。また、MIC 入力、スピーカー出力などの AF 段では、16 ビット分解度のものを採用。また CODEC IC の動作クロックには、12.288MHz の XTAL と分周器を用いて、サンプリング周波数は 48kHz、IF 周波数は送・受共に 12.000kHz となっています。

IF 段では、24 ビット分解度の ΔΣ型 CODEC を採用し、高い分解度とΔΣ型の持つ低歪み特性とによって、IF 信号を低歪み、かつローノイズにデジタル変換します。ΔΣ型に内蔵したデジタルフィルターによって、サンプリング周波数の 1/2 の 24kHz〜約 3MHz のエイリアシングが抑圧されるため、アナログ入出力に必要なアンチ・エイリアシング・フィルターは非常に簡単な構成になっています。

また、AGC 制御用には DSP のポートから高精度のラダー型 D/A コンバーターから電圧を出力し、AGC に要求される高速な制御能力に対応しています。

3) IF 段での DSP 処理

従来の DSP を搭載した HF 機では、「IF 処理の一部」、「送信時の変調」、「受信時の検波」を DSP 処理することにより、DSP ならではの PSN 検波、あるいは完全にリニアな処理による低歪み変調(あるいは検波)によって、高音質な送・受信特性を提供してきました。

TS-2000 では、さらに DSP 能力の強化と新しいアルゴリズムの開発によって、「適正な特性の IF フィルター」と「受信信号レベル管理を行う AGC 処理」を含む全ての IF 処理(ただし FM 検波処理を除く)を DSP 化しました。その上で TS-870 よりコストパフォーマンスに優れたもの、あるいは、よりユーザーフレンドリーな DSP 搭載無線機を目指しました。

4) IF ディジタルフィルターの特徴

IF 段を DSP 化することによって従来のアナログ機から大きく進化した点は、回路を構成する素子によって性能が劣化したりバラついたりすることがないディジタルフィルターを標準実装することができたということです。もちろんアナログのフィルターは残りますが、IF の通過帯域を変更するためにオプションの IF フィルターを購入して装着するということは不要になりました。

TS-2000 では、デジタルフィルターを切り換えることによってスロープチューンと帯域の WIDTH/SHIFT 機能を行っています。DSP で設定されるデジタルフィルターの帯域より、少し広い帯域のアナログフィルターを上位のIF段に挿入して、不要な帯域の信号を除去しています。

TS-2000 のフィルターで最も帯域の狭いフィルターは CW 用の 50Hz タイプです。このように帯域のきわめて狭いフィルターは、従来のアナログIFフィルターでは実現が困難であったばかりでなく、仮に実現できたとしてもフィルター・ロスによる感度の低下や、フィルターの群遅延特性による歪みの発生によって、実用に耐える受信音が得られなくなっていました。

また TS-2000 では、シャープな特性が得られる IIR フィルターにおいても群遅延歪みの小さいフィルターを設計。従来のアナログIFフィルターや、オーディオ処理の DSP では得られない特性のIFナロー

デジタルフィルターを実装しています。

DSP においては、CW 用のフィルターとして、もっと帯域の狭いフィルターを設計することも不可能ではありませんが、50Hz より帯域の狭いフィルターではフィルターでの遅延時間が大きくなりすぎてしまうため、IFフィルターには適さなくなってしまいます。IFフィルターにおいて、信号が 30msec 遅れたとするとアタックには 30msec 以上かかってしまいます。すなわちIFフィルターの前段では 30msec 以上もの間、アンプやミキサーが飽和して歪みが発生することになりますから、例えば強い信号の最初の部分とか CW の立ち上がりの部分で歪みが発生。聞き辛い音になったり、混変調を発生したりします。ナローフィルターでの群遅延歪みを低く押さえる方法としては、FIR フィルターやフィルターの群遅延特性を補正するという方法があります。FIR フィルターや群遅延特性を補正したフィルターの信号遅延時間は、補正なしのフィルターより大きくなるため、IFフィルターには適さなくなります。

AM の IF フィルターには「FIR フィルター」を採用しました。先の話と矛盾するようですが、IF フィルターでの歪みを少なくして、AM における DSP の検波性能を効果的に引き出すためです。SSB や CW での群遅延歪みは振幅の歪みには影響がありませんが、AM(離調時)では群遅延歪みが振幅の歪みとなってあらわれます。SSB/CW 用の帯域の狭い FIR フィルターではフィルターでの信号遅延が大きくなるために IF フィルターには適さないのですが、AM では IF フィルターに適さないほど信号遅延が大きくならない範囲で設計することが可能になります。

5) IF フィルターの種類

TS-2000 に搭載されているデジタルフィルターの種類は以下のとおりです。
(太字が初期値、単位はHz)

SSBモード												
ローカット	0	50	100	200	**300**	400	500	600	700	800	900	1000
ハイカット	1400	1600	1800	2000	2200	2400	**2600**	2800	3000	3400	4000	5000

CWモード													
SHIFT(センター周波数)	400	450	500	550	600	650	700	750	**800**	850	900	950	1000
WIDTH	50	80	100	150	200	300	400	500	**600**	1000	2000		

FSKモード				
SHIFT	N/A (メニューのFSKシフトの値による)			
WIDTH	250	500	1000	**1500**

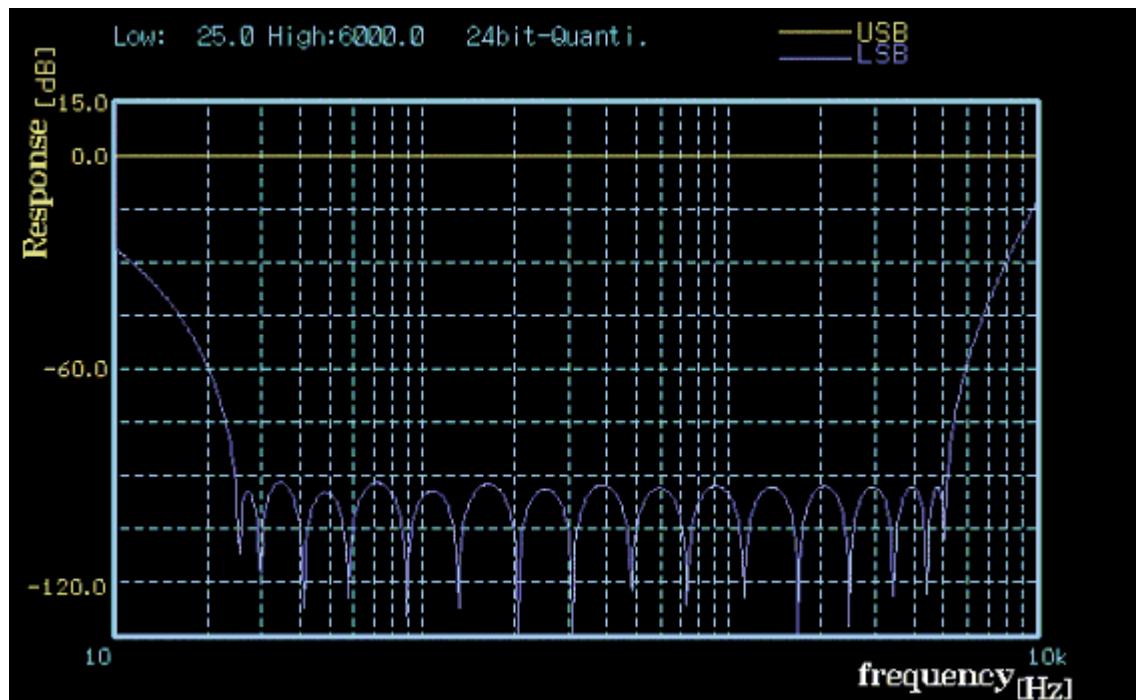
AMモード				
ローカット	0	**100**	200	500
ハイカット	2500	3000	4000	**5000**

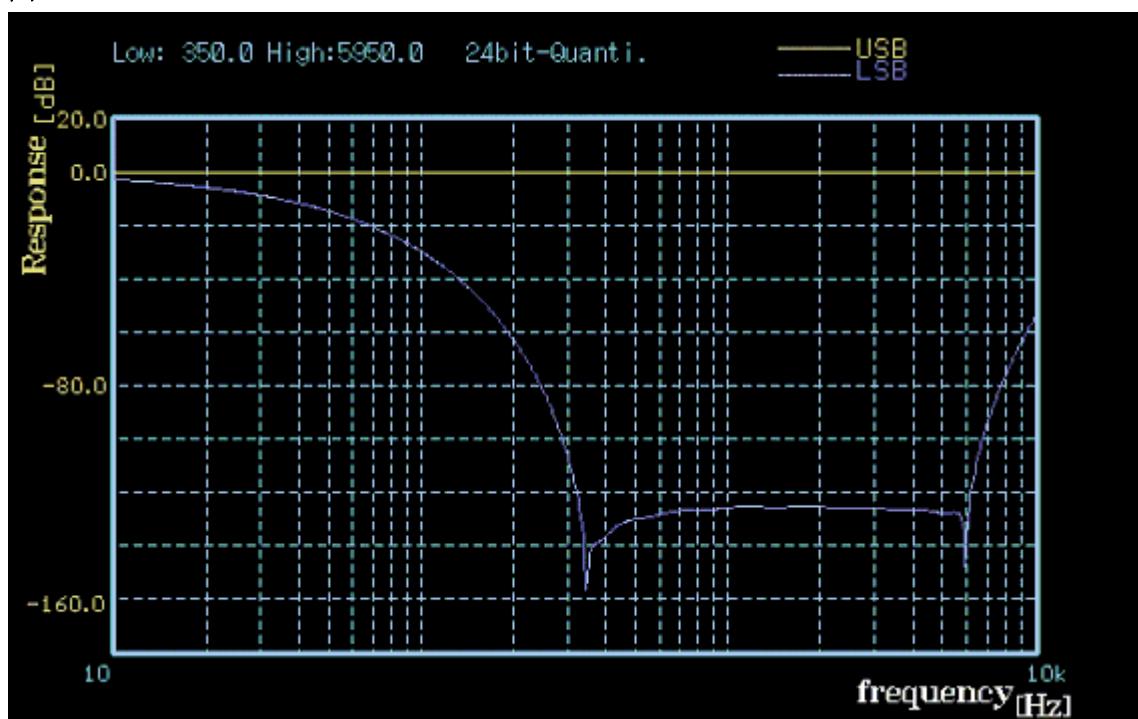
PACKET(SSBモード時はIFフィルター、FMモード時はAFフィルター)				
SHIFT(センター周波数)	**1000**	1700	2210	PSK
WIDTH	NAR	**WID**		

(5.1)　IF 段まで DSP 化した TS-2000

1)　受信

TS−2000 では、SSB、CW、FSK の検波に加えて、AM 検波を DSP 化し、さらに AGC までも DSP により処理を行う IF 処理 DSP を採用しています。

●SSB

TS−950SDX では検波のみだったために、受信音を良くしようとして IF フィルターの帯域を広げると、逆サイドの、自分には聞こえていない信号によって AGC が働き、受信音が聞きづらくなることがありましたが、TS−2000 では AGC も DSP で処理しているために、このようなことは発生しません。自分の聞いている帯域内の混信が邪魔にならない範囲で、好きなだけ帯域を広げることができます。

低域まで伸びた PSN、デジタルフィルター、アナログ IF フィルター、そして DSP による AGC の組み合わせによって、従来とは次元の異なる受信音が得られます。

PSN の次数は 16 次で、この特性は受信帯域のローカット周波数に連動します。最もローカットを低くした時の特性が図Aです。25Hz～5kHz という非常に広い帯域で 100dB 以上のサイドバンド・サプレッションが得られます。ローカットを 500Hz 以上にした時には PSN の帯域は狭くて良いので、図B のように 350Hz～6kHz において高いサイドバンド・サプレッションが得られます。

また、5kHz 以上の周波数はアナログの IF フィルターによって十分減衰されるので、ハイカットを 5kHz としても混信は発生しません。

図A.

図B

●CW

フィルター以外は SSB、FSK と同じ処理を行っています。

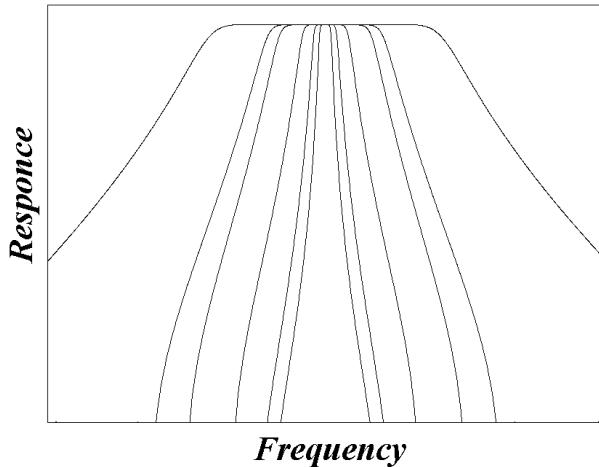
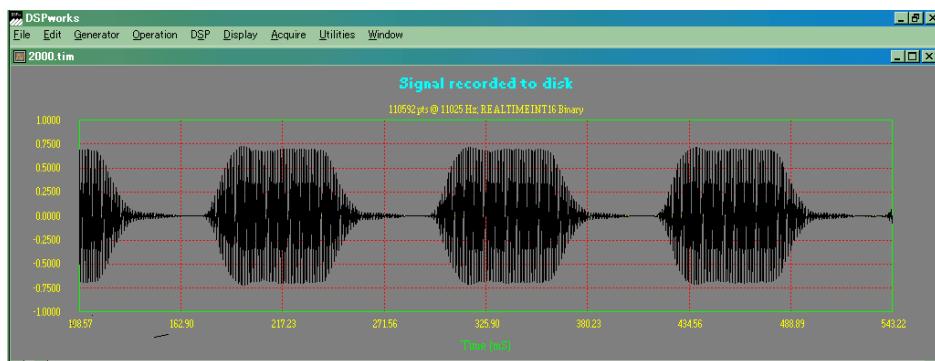
BPF の帯域幅を、50/80/100/150/200/300/400/500/600/1000/2000Hz と 11 段階に切り換えることができます。図 C はピッチ周波数 800Hz（Shift=800Hz）で WIDTH を可変したときのデジタルフィルターの特性変化です。

従来のアナログ IF フィルターにはない 100Hz 以下の特性の BPF は、不注意に設計すると大きな群遅延歪みが発生して、リンギングのために受信しづらくなってしまいますが、従来の 250Hz アナログ IF フィルターより少ない群遅延歪みで、より帯域の狭い IF フィルターを実現しました。図 D に帯域 50Hz 時の CW フィルターを使用して、短点を受信した時のリンギング特性の比較データを示します。上は TS-2000、下は他社従来機です。符号にリップルが少ない程、またスペース時に尾引きが少ない程、リンギングが少ないことがわかります。

デュアルループ・デジタル AGC は、従来のアナログ AGC では考えられないような高速動作を実現しているので、スピードの早い CW でも符号の間から弱い信号や雑音が聞こえてきます。このように早いリリースタイムでは AGC を原因とする歪みの発生が避けられないのですが、CW の帯域とピッチに連動する AF BPF を用いることによって、この歪みを低減しています。

AF フィルターの特性は CW フィルターのカットオフ周波数において 1dB の減衰に設定し、群遅延特性の補正処理によって群遅延歪みの発生も非常に低く押さえていますから、絶えず AF フィルターが入ることによる悪影響はありません。

図 C.

図 D.

これがリンギングなどの原因となる

●FSK

フィルター以外は SSB、CW と同じ処理を行っています。

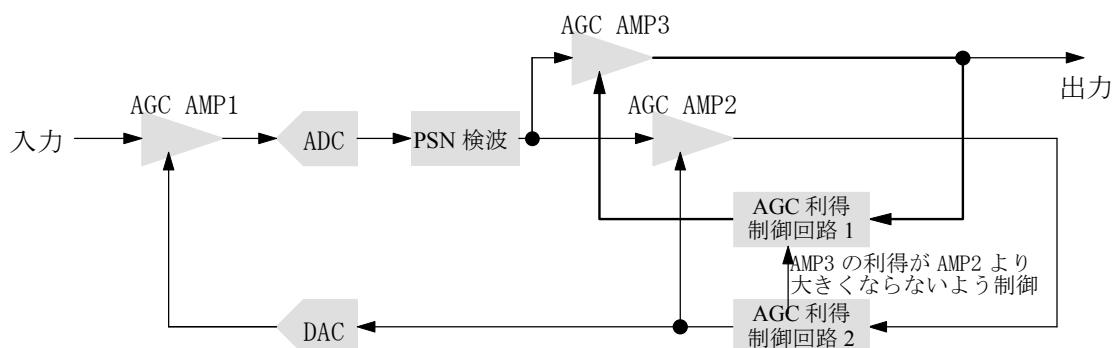
FSK 用に設計している BPF は、BPF のローエッジとハイエッジの群遅延特性が、PSN の群遅延特性を含めて同じになるように設計しています。ローエッジとハイエッジの群遅延特性に差があると、マークとスペースの伝達時間に差が生じて誤字率が高くなりますが、TS-2000 の BPF ではそのようなことはありません。

●AM

AM 受信信号の振幅レベルをサンプリング毎に求めて検波しています。アナログのダイオードによる整流検波や自乗検波は、リニアな検波ではないため歪みの発生がさけられませんが、TS-2000 の DSP 検波ではリニアな検波特性によって、非常に「低歪み」な AM 検波を可能にしています。

また、「低歪み」な AM 検波として知られるPLL検波のように、PLL のロック外れがありませんから、どのようなコンディションでも最高の特性を発揮します。

サンプリング周波数の関係から、AM の IF デジタル・フィルターの帯域幅は最大 10kHz となっています。帯域幅で選択するのではなくハイカット周波数として選択するようになっているため、セットの表示には 5000Hz の表示になります。

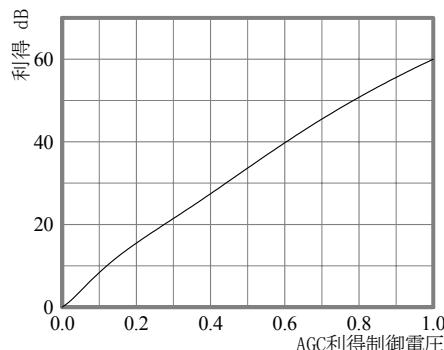
●FM

TS-2000 では FM の検波処理はしておらず、アナログ回路によって FM 検波を行っています。ただ、ディエンファシスなどの FM 受信f特性は DSP で扱えるようになっており、さらに CTCSS、DCS などの VHF、UHF特有のシグナリングにも DSP で対応しています。メイン側では、SSB と同じ帯域の AF フィルターを用いることによって、音声帯域でのスロープチューンが行えるようになっています。

2) デジタル IF AGC

TS-2000 における IF の DSP 化に対するキーポイントとも言える機能がデジタル AGC です。

各モードの AGC 方式は、SSB/CW/FSK ではデュアルループ・デジタル AGC、AM は実効値応答デジタル AGC です。

●SSB、CW、FSK

SSB/CW/FSK に使われるデュアルループ・デジタル AGC の考え方をブロック図にしたのが図Eです。アナログ回路を含む AGC ループと、デジタルのみの AGC ループが連携して利得制御を行うので、お互いに干渉しあうこともありません。また、ループ内にアナログ IF フィルター、A/D コンバーター、デジタル IF フィルターを含む PSN 検波において発生するディレイに対しては「AGC 利得制御回路1」の応答特性を遅く設定することによりしゃっくりも発生しません。

図E

さらに、デジタル IF フィルターの遅延時間はモードと帯域幅で異なるので、ディレイの大きいフィルターではアタックの時定数を遅くし、ディレイの小さいフィルターではアタックの時定数を速くするような細かな設定を行って、できる限り速やかに一定の出力が得られるような利得制御を行うとともに、歪みの発生を大幅に減少させています。

また従来のアナログ AGC では、AGC アンプの利得制御電圧に対する応答を良くするために、AGC 利得制御最大ゲインでの FET のゲート電圧は、NF／利得最大点から大きく離れたところに設定されていました。TS-2000 では、デジタル AGC アンプが図Fのように 60dB の可変範囲でほぼログリニアに利得変化します。アナログの AGC アンプは弱い信号に対しては利得がすぐ変わらなくても良くなっていることから、FET のゲート電圧を利得最大に近いポイントに設定しています。D/A コンバーターから出力 AGC 利得制御電圧も S メーターのドットが点灯する直前ぐらいのレベルになって変化するように設定し、アナログ段の利得はできるだけ下げないように設定しています。

応答特性が高速な AGC の作用として、信号の圧縮があります。信号のエンベローブ変化を、レベル変化として捉えてしまうために信号が圧縮されて歪みが生じます。こうして発生する歪みには、IMD の悪化の他にハーモニック歪みがあります。TS-2000 を始めとする PSN 検波やハートレー方式の検波などフィルター方式以外の SSB 検波では、ベースバンドの信号に対して AGC 制御を行うためハーモニック歪みが帯域内に発生して大きな歪みが生じやすくなります。

TS-2000 では、リリース時の時定数をパネルで設定する値に固定するのでなく、受信信号のピークを捉えて時定数を変化させることによって、PSN 検波における IF AGC のウイークポイントを克服し、非常によい歪み特性を持つ AGC を実現しています。

図F

●AM

AM の AGC 検波は、DC カット前の DSP の AM 出力を積分して、AM の実効値を得て、この実効値で AGC の利得制御を行います。

AM 検波では DC オフセットが発生します。音声を得るには DC オフセットは不要なので HPF によって DC カットしますが、AGC では音声が不要で、AGC に必要な情報は DC オフセットにあります。

AMのAGCでは、音声エンベロープによる再変調を防止するため平均的な特性にする必要があります。AGC の特性は、スローアタック／スローリリースですので、AGC ループはシングル・ループになっています。

3) 送信

TS-950SD は、SSB、CW、FSK、AM の変調に限って DSP を搭載していたわけですが、TS-2000 では、FM においてもマイクのオーディオ処理とCTCSS、DCS の発生を行って、全モードでの送信処理に DSP を採用しました。他にも、マイクゲインの処理、スピーチプロセッサー、VOX のデジタル化など、多くの機能にDSP化を採用。これらの働きによってアナログフィルターの特性にたよらないクリーンな変調信号の発生を実現しています。

●SSB

IF 処理を行う前に AF で帯域制限とレベル管理を行うことによって、DSP の送信 IF の能力を有効に引き出しています。

マイクアンプ、パケット、DRU-3A からの入力は A/D 変換されて DSP の 10 次の IIR デジタルフィルターに入力されます。IIR デジタルフィルターは帯域制限／音質調整用のフィルターとして音声のローカット・ハイカットを行います。

フィルター出力は DSP の扱える±1（$8000～$7FFF）の範囲に対して、-12dB（$EFFF～$2000）になるようにレベル管理、および、帯域制限され、AGC でレベル管理されたマイク信号が変調処理部に入力されます。

変調には 32 ビット倍精度演算を行う 16 次 PSN 変調を用いて、89dB 以上のサイドバンド・サプレッションを得ています。

TS-2000 の PSN のサイドバンド・サプレッションレベルは、送信帯域に連動して変わり帯域が狭い時ほどよくなります。これは、PSN の次数を固定にした時、サイドバンド・サプレッションは帯域幅が狭いほど良くなるという PSN の特性を活かした結果です。送信帯域を狭く設定したときには送受信帯域が狭くなるわけですから、PSN によって高いサイドバンド・サプレッションが必要とされる帯域も狭くすることができ、PSN の帯域を狭くするとPSN 帯域内のサイドバンド・サプレッションが向上するので、送信ではよりクリーンな電波を発射することができます。

●CW

TS-950SD 以来の ROM フィルターの採用によって、立ち上がりと立ち下がりの波形整形を行っています。波形は、パンチ力のある立ち上がりの早い CW 波形からソフトな波形まで4段階の切り換え

が可能です。

TS-870 からの改善点として、波形整形の設定時間を 1/2/4/6ms の 4 段階とし、フルブレークイン時でもソフトで歪みのないキーイングを可能にしています。

CW のサイドトーン(モニター)は DSP のソフト処理による DDS で発生され、CW ピッチに連動して 400Hz～1kHz の正確なトーンを発生します。サイドトーンの立ち上がり／立ち下がり波形も IF 出力とまったく同じに整形されるので、IF モニターではありませんが、ALC メーターが正しく振れていれば正確なモニターとなります。

●FSK

TS-870 と同じように、FSK 変調前の FSK キーイング信号を、ベースバンドの FIR フィルターで整形し、DSP のソフト処理による DDS によって、滑らかで正確なキーイングを行っています。FSK キーイング信号のベースバンドでの波形整形により、不要なスペクトルの広がりが押さえられ受信側での誤字率の改善が期待できます。

TS-950SDX 以前の DSP による DDS では、実用上まったく問題ないレベルとはいえ、わずかながら誤差がありました。しかし TS-2000 では周波数分解度 32 ビットという、分解度の非常に高い DSP ソフト処理による DDS によって、正確かつ非常に滑らかな変化の FSK 変調を行っています。

FSK のモニターは、IF で発生する FSK とまったく同じ特性の FSK 信号を AF において発生します。IF モニターではありませんが、ALC メーターが正しく振れていれば正確なモニターとなります。

●AM

SSB と同じ特性の AF フィルターによって、音質の設定と帯域幅の制限をし、DSP のリニアな乗算によって AM 変調波を得ます。

AM のモニターは、変調前のオーディオをモニターするオーディオ・モニターです。ALC の設定が正しく行われていれば正確なモニターとなります。

●FM

FM モードでは、DSP による変調を行わずに、プリエンファシス・フィルターと CTCSS、DCS などのシグナリング信号の発生のみを行っています。

マイクからの信号は、プリエンファシス・フィルターを通過後、AF・AGC によってレベル管理がされますので、声の大きさに関係なく歪感の少ない変調が可能です。

マイク入力の急激な変化が、AGC によってリミッター以下のレベルに押さえられない時には、DSP のリミッターによって振幅を制限。変調後の帯域が広がらないようにしています。リミッターが働くと大きな歪みが発生しますが、リミッターの後に LPF が挿入してあるので、大きな声による深い変調でもリミッターによる歪みが少なくなっています。

リミッター出力は、DSP で変調されずに AF 信号として出力し、アナログ回路上で変調が行われます。

CTCSS、DCS などのシグナリング信号は DSP によるソフト処理の DDS で発生され、変調波とともに AF 信号として出力し、アナログ回路上で変調されます。DSP によるソフト処理の DDS で発生した信号は、DDS によってサブトーンを発生していた TS-850 同様、レベルと周波数が安定します。

FM モニターは、出力する AF をモニターする AF タイプです。リミッター通過後の音がモニターできますから、喋り方によって発生することのある、リミッターを原因とする歪みのモニターが可能です。また、プリエンファシスの効いたモニター音となります。

4) 送信関係の処理

TS-2000 では、送信関係の MIC AGC、PROC、VOX を DSP で処理しています。

●マイクゲインコントロール

TS-2000 では、マイクゲインをアナログ的に可変するためのボリュームや電子ボリュームがありません。オペアンプにて前置増幅されたマイク信号は、そのまま A/D コンバーターで DSP に入力され、DSP によってゲインが可変されます。

DSP では、マイクからの信号をフィルターに通した後、マイク信号レベルが DSP のフルスケールに対して-12dB 以下になるように AF AGC を用いてレベル管理します。マイクゲインの可変は、この AF AGC のゲインの可変によって行われます。マイクゲインの設定が高く出力レベルが-12dB を超える時には、マイクゲインを下げるように働きます。ゲインの可変幅は約 60dB あります。

DSP のフルスケール-12dB というのは、SSB では ALC メーターが振り切れるレベル、AM/FM では最大変調度になるレベル、SSB と AM のスピーチプロセッサーでは、プロセッサーに対する入力基準レベルとなります。

このオーディオ AGC は、雑音などに応答してマイクゲインを下げないようにするため、アタック特性を遅く設定。AM で変調度が一瞬 100%を超えたり、FM のクリッパーがかかることもありますが、アナログによるゲイン制御とは異なり、マイクの大入力時に歪むようなことはありません。A/D コンバーターの飽和レベル以下であれば、どのようなレベルでもかまわないのです。とは言え、入力レベルが大きい時にゲインを必要以上に上げると、AGC の動作を原因とする歪みが僅かですが発生します。この歪みは不必要にゲインを高くしなければ発生しないので、ゲインの設定には注意してください。

SSB のプロセッサーオフ時には、ALC の調整がマイクゲインによって行われるためマイクゲインは低く設定されて、AF AGC は余程の大入力の時のみ動作します。

●スピーチプロセッサー

AF AGC 出力は、スピーチプロセッサーに入力されて振幅がクリップされます。コンプレッションレベルは AGC でレベル管理された DSP フルスケール-12dB に対して何 dB の圧縮を行うかを設定します。クリップされたプロセッサ出力は、コンプレッションレベルに応じて変動します。PROC INレベルの調整で、スピーチプロセッサーに入力されるレベルの調整(=コンプレッションレベルの調整)、PROC OUT レベルの調整で、スピーチプロセッサーから出力されるレベルの調整(=SSB 時は ALC レベル設定)を行います。

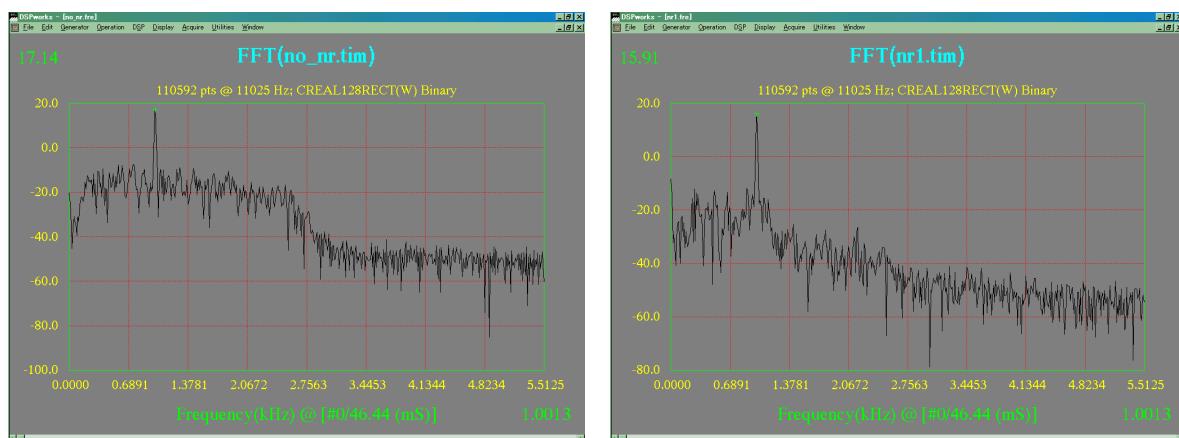
スピーチプロセッサーで行われる信号のクリップを DSP で行うと、高調波歪みや相互変調などの、アナログでも発生する歪み以外にエイリアシング歪みというDSP固有のものが発生します。ここでの、エイリアシング歪みは波形のクリップによって発生する歪みが、サンプリング周波数の 1/2 を超えることによって発生します。このエイリアシング歪みが大きいと、何をいっているのか判らないようなことになりかねません。スピーチプロセッサーを DSP の IF で行うと、このエイリアシング歪みがさけられなくなるため、TS-2000 では、AF 型のスピーチプロセッサーを採用しています。AF 型スピーチプロセッサーというと、コンプレッションが不十分で歪みが多いものを連想される方が多いかと思われますが、TS-2000 においては、DSP スピーチプロセッサー処理に「帯域 3 分割型」を採用することによって、従来の IF 型以上の圧縮と低歪みを実現しています。

●VOX

HF機に搭載されている VOX の特徴として、アンチ VOX と呼ばれる、受信音によって送信しないようにする機能があります。この機能によって、スピーカーから音を出しても、スピーカーの音によって送信状態にならずに済みます。

このアンチ VOX の問題点として、アンチ VOX の動作がスピーカーにいく受信信号のレベルによってのみ決まるため、スピーカーからの受信音がマイクに入ることがない時でも、信号を受信しているアンチ VOX の設定によっては送信できなくなることがあるということです。

しかし、マイクが受信音を拾ったと推定できる時にのみ、VOX 感度を下げて送信しにくくするような処理を行う TS-2000 の「簡易相関型 VOX」ではこのようなことが起きにくくなっています。

ところで、VOX 運用時に送信モニターを行うと、自分の声が若干遅れて聞こえることに気づかれると思います。これは、音声の頭切れを少なくするために音声信号にディレイを持たせているためであって、デジタル信号処理の遅延時間ではありませんのでご安心ください。

(5.2)　雑音/混信　除去機能

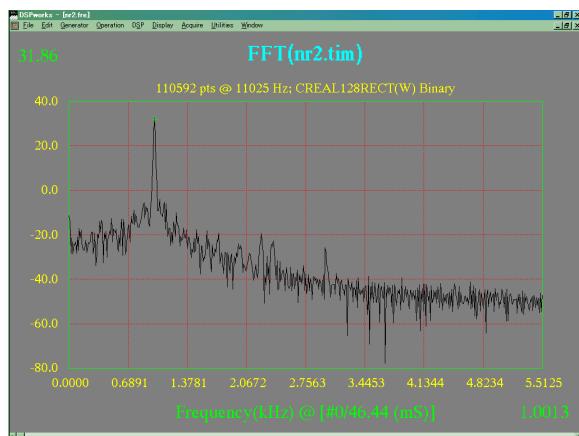
1)　ラインエンハンサー　NR1 (AF DSP)

DSP による雑音抑圧処理方式としてラインエンハンサー（適応フィルター）方式は、アマチュア無線においてオーソドックスなものです。これは受信信号の特性に応じたフィルターを形成する方式で構成されます。入力信号をフィルターした出力信号と、遅延しただけの信号を比較し、両者の差が小さくなるようなフィルター特性に変化させることによって、音声や CW のような周期信号に適したフィルター特性が自動的に得られます。

ラインエンハンサーの雑音抑圧効果は、内部雑音に対しては SSB において5dB 前後の抑圧効果があります。この改善効果はノイズの種類によって良くなったり悪くなることもあります。また、ラインエンハンサーはフィルターですから、目的の信号帯域と、帯域が一致している雑音は取り除くことができません。あるいはラインエンハンサーで形成可能なフィルターより、シャープな特性をもつ CW のナローフィルターを用いている時にも効果は得られませんが、受信音質の劣化が少なく、使い勝手の良い雑音抑圧方式です。

NR1 オフ時の特性を図 A に、オン時の特性を図Bに示します。

図A.（オフ時）

図B.（オン時）

2)　SPAC NR2 (AF DSP)

受信信号の自己相関を一周期求め、求めた一周期の自己相関の出力処理を繰り返して行きます。すると自己相関を求める時間の積分が行われて、ランダムな雑音やパルス性の雑音は抑圧されます。

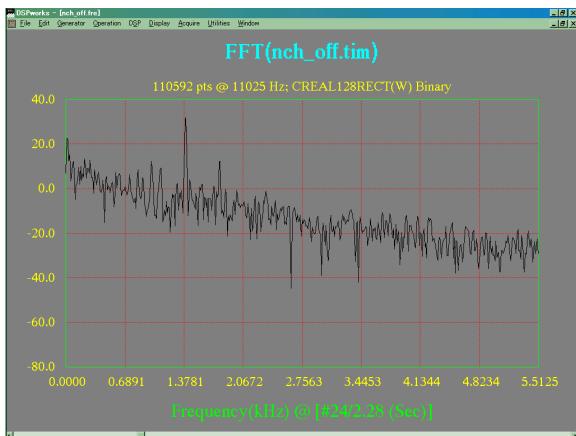
普通の積分では DC 以外はすべて抑圧されてしまいますが、自己相関では相関演算時間中、周期的に繰り返される信号はそのまま残り、ランダムに繰り返される信号と単発の信号が抑圧されます。周期性のない成分が抑圧される為に音声の無声音も抑圧されてしまいます。そのため SSB で SPAC をオンすると雑音抑圧効果は十分得られるのですが、音声が聞きづらくなることもあります。しかし 12dB を超える雑音抑圧効果と感度改善が得られるという非常に強力な特徴もあります。

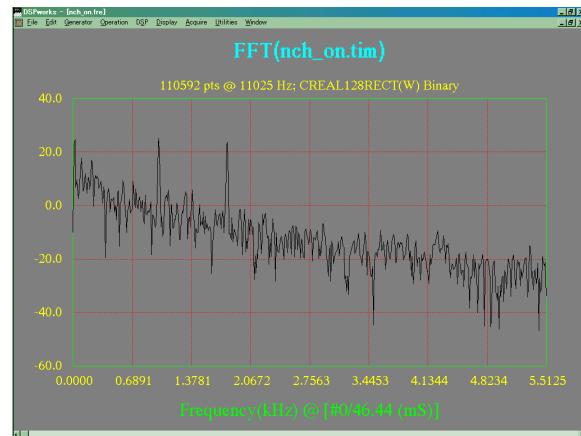
SPAC の重要なポイントとして、信号の周期検出があります。SPAC では一周期毎に信号を接続して出力していくのですが、信号周期を正しく検出しないと信号のつなぎめが不連続になってしまい、雑音抑圧処理のはずが雑音を発生することになりかねます。また高い雑音抑圧能力の割には処理方式が単純なのですが、自己相関を求めるための積和演算と信号周期を検出する為の周期検出処理に必要な処理時間は決して少なくありません。

TS-2000 では、高速な処理能力とマルチレート処理、そして演算量の少ないオリジナルのリアルタイム信号周期検出アルゴリズムによる構成により、IF処理を行った上でさらに SPAC に必要な演算を行って、非常に高い雑音抑圧特性を得ています。リアルタイム周期検出アルゴリズムについては、簡易的なアルゴリズムなので信号周期検出が 100%確実でなく、周期検出ミスによる雑音が発生することもあります。雑音抑圧処理をしない時より大入力時の SINAD が悪くなっているのはこの歪みの為ですが、相関時間が 2msec での最も歪みが悪い時でも、低い歪みに押さえられています。図Aに NR2 オン時の特性を示します。

この SPAC 方式によるノイズリダクションは、SSB のような音声信号よりも単一なビート信号に最大の効果を発揮しますから、CW 運用時に大変有効な機能です。

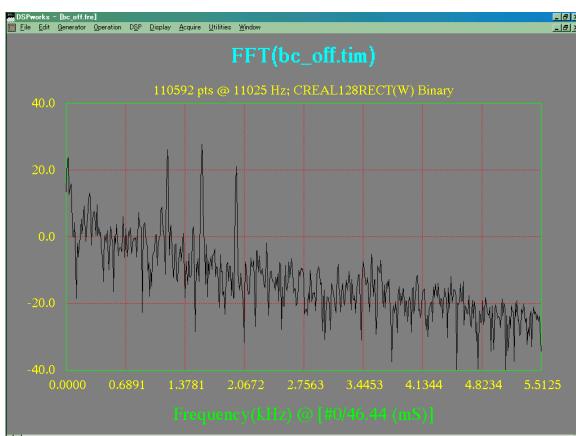
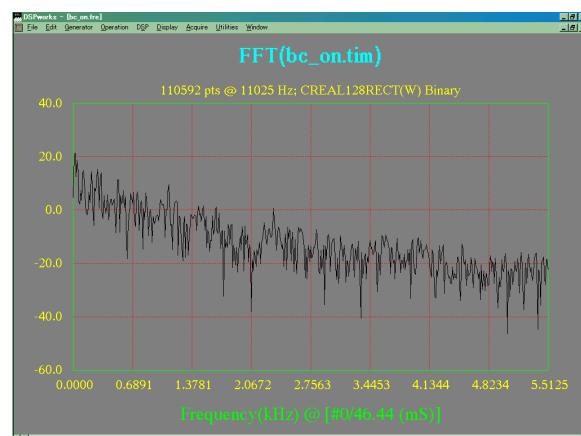
図 C.

3) オートノッチ（IF DSP）

非常にシャープな特性の IF ノッチフィルターを、ビート周波数に自動追従させてビートを抑圧します。オートノッチをオンにすると、S9 の信号でさえ完全に抑圧されて聞こえなくなります。ノイズの分布状態から、ノッチフィルターの特性がいかにシャープであるかがお分かりいただけるとかと思います。

IF処理によるオートノッチは、AF でのオートノッチと異なり AGC ループ内にあるため、オートノッチがビートを抑圧したときに、強いビートの影に隠れている弱い信号が浮かび上がってきます。AF処理とIF処理でも AGC ループより後段（検波以降）にあるビート抑圧処理では、ビートを抑圧してもビートの影に隠れている信号が浮かび上がってくることはありません。

図Dは、TS-2000 で AM 変調されている信号を SSB モードで受信した時のAFスペクトルです。この時オートノッチをオンにすると、図Eのように AM のキャリア成分が抑圧され、その両側にある変調信号が浮かび上がってくる様子がよくわかります。ノイズフロアも上がってきますが、信号レベルの上昇の方が大きいので S/N は改善されます。

オートノッチは原理的に、信号に対して自動的に追従しようとするため、場合によってはノッチポイントが周期的に移動することにより、音声が歪みを受けることがあります。このような時には、メニューでノッチ周波数を固定することができるので、お試しください。また高い

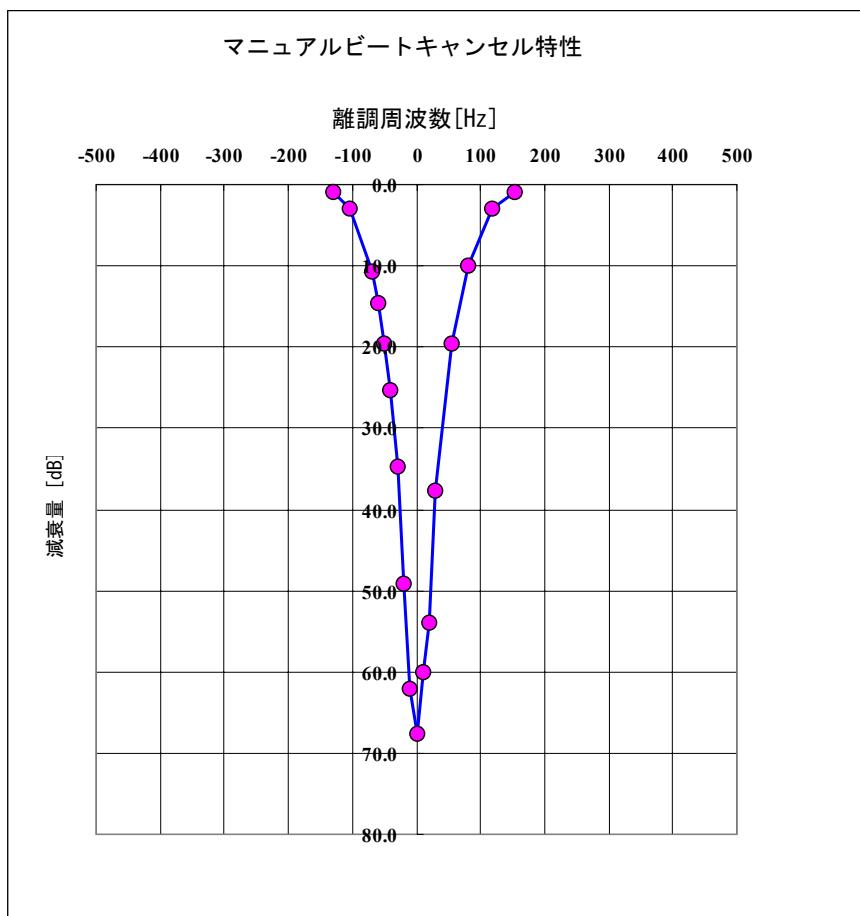
ピッチのビートには追従するための時間が長くかかる場合があります。この場合は、メインツマミでビート周波数を下げ、ロックしたところで元の受信周波数に戻すと、高いピッチのビートに対してロックが可能になる場合があります。

図D.（オフ時）

図E.（オン時）

4) ビートキャンセラー（AF DSP）

ビートキャンセラー（適応フィルター）はアマチュア無線向け DSP においてポピュラーな方式で、複数のビートを抑圧することができます。ビートキャンセラーの構成はラインエンハンサーと同じで、信号の出口が違うだけです。

ビートキャンセラーというのは、「入力信号をフィルターした出力信号と、遅延させただけの信号を比較し、両者の差が小さくなるようにフィルター特性を変化させることによって、音声や CW のような周期信号に適したフィルター特性が自動的に得られる」という出力信号ではありません。受信信号と逆位相で加算されている比較部から、出力信号を取り出すことによって、受信信号からビートを位相操作によってキャンセルさせた信号を得るというものです。図Fにビートキャンセル・オフ時の特性、図Gにビートキャンセル・オン時の特性を示します。3 波見えているビートがきれいに無くなっている様子がよくわかります。

図F.（オフ時）

図G.（オン時）

5)　マニュアルビートキャンセル（AF DSP)

オートノッチが「AGCループ内にあるノッチフィルター」であるのに対して、AF段のノッチフィルターで構成されたのがマニュアルビートキャンセル(M.B.C.)です。

M.B.C.は、CW、FSKモードでも動作し、約300Hzから3300Hzの間にあるシングルビートを抑圧することができます。

またマニュアルで設定するため、ノッチフィルターをあまり急峻にすると手動では合わせにくいということになります。そのために、ある程度の幅を持ったノッチフィルターを形成しています。

TS-870、TS-570ではCW受信時にマニュアルのノッチフィルターがありませんでしたが、TS-2000ではそれが可能になりました。ビートキャンセルはCW波のように断続する信号を若干苦手とするところがありますが、このような時にもマニュアルでノッチポイントが変えられるM.B.C.は効果的です。

図H.

●DSP 関連用語集

◆IIR フィルター

デジタルフィルターの種類を大きく分けると、IIR フィルターと FIR フィルターに分かれます。IIR フィルターはアナログフィルターをそのまま DSP 化したものと考えることができ、シャープな特性のフィルターを設計することができますが、群遅延歪みが発生します。群遅延歪みがないフィルターとしてよく FIR フィルターが使われますが、アナログフィルターでも IIR フィルターでも群遅延歪みを大きく低減させることは可能です。DSP の処理能力があれば、シャープな特性の IIR フィルターで FIR フィルター並みに群遅延歪みの少ないフィルターを設計することが可能です。

◆倍精度演算

高性能化のために、できるだけたくさんのデータや命令を処理することが求められる MPU の世界では、16 ビットの次の高性能バージョンは倍のビット長の 32 ビットですが、高い数値演算処理能力が求められる DSP の演算部は、ビット長を倍にすると MPU の 16 ビットと 32 ビットの価格比以上に大きな価格比が生じます。

DSP に求められる数値演算処理能力とは、アプリケーションに必要な演算精度と処理速度です。無線機に必要な DSP の演算精度は、IFの 100dB を超えるダイナミックレンジを処理できること、この時の S/N が十分にあることです。16 ビット DSP のダイナミックレンジは 96dB 程度で検波処理には十分ですが、IF処理には不足します。そのため、内部的に 32 ビットの倍精度演算を用いています。

処理速度の向上方法としてビット長を増やす方法は、MPU では一度にたくさんのデータが処理できるので処理速度高速化の方法として有効です。しかし DSP では、ビット長を増やしても減らしても一度に処理できるデータの数は一つですから、処理速度は変わりません。DSP の処理速度を高速化するには MIPS 値を向上させるか、パイプライン処理などで命令を効率良く処理するしか方法はありません。ビット長は高性能化より、アプリケーションで要求されるダイナミックレンジに応じて決まります。

◆エイリアシング

デジタル信号処理では、扱える信号の帯域幅がサンプリング周波数の 1/2 に制限されます。10kHz のサンプリング周波数では、0～5kHz の信号しか扱うことができません。この時、5～10kHz の信号が A/D コンバーターに入力されると、どのようなことになるのでしょうか？

デジタル信号処理で扱う信号の帯域は、サンプリング周波数の 1/2 であるから無視されるようですが、デジタル信号処理で扱う帯域の幅は 1/2 迄でなく 1/2 の幅なのです。この 1/2 の帯域は、0～5kHz の次は 5kHz～10kHz、その次は 10kHz～15kHz とサンプリング周波数の 1/2 毎に繰り返して行きます。この A/D コンバーターに 11kHz を入力すると、あたかも 1kHz が入力されたかのような出力があらわれます。1kHz を入力してもいないのに 11kHz の入力によって発生する「1kHz」のことをエイリアシングと呼びます。1kHz と 11kHz が A/D コンバーターに同時に入力されると両者を分離することができないため、歪みが発生します。このようなことが無いように、A/D コンバーター入力にて必

要とされる 1/2 の帯域幅以外の信号成分を減衰させるのが、アンチ・エイリアシングフィルターです。

◆スムージングフィルター

D/A コンバーターの出力波形は、階段状になっています。振幅方向の細かさは D/A コンバーターのビット数に比例して細かくなります。時間軸方向の細かさは D/A コンバーターのサンプリング周波数に比例します。

階段波形がいくら細かくなっても、DAC の出力にはサンプリング周波数の 1/2 毎に繰り返されるエイリアシングがあります。これを取り除くのが、スムージングフィルターで、エイリアシングを抑圧すると、波形が滑らかになった、通常のアナログ信号を取り出すことができます。

◆零入力リミットサイクル

IIR フィルターの入力が無いときに、発振しているような小振幅の出力が現れることがあります。

これは、入力の無いときの IIR フィルターが、完全に静止状態になれずに、振幅が LSB 側の数 bit、周波数がフィルターのカットオフ付近の振動を起こすために現れる現象です。IIRフィルターの特性として、この小振幅出力はカットオフが DC に近いフィルター、帯域が狭いフィルター、急峻な特性のフィルターなどで発生しやすくなります。入力信号がある時には発生しませんから、ALS（Anti Limitcycle Signal）を注入することによって、零入力リミットサイクルの発生を抑圧することができます。

6.信号系の周波数構成

TS-2000 は、送信時に FM モードでダブルコンバージョン、FM 以外でトリプルコンバージョンとなります。また、メインバンド受信時には FM モードでトリプルコンバージョン、FM 以外ではクワッドコンバージョンとなります。第 4 IF の 12kHz は AD 変換され DSP に入力されます。サブバンド受信時は FM、AM モード共にダブルコンバージョンとなります。

1) メインバンドの周波数構成

SSB モードでの受信周波数は ANT からの入力周波数 f_{IN} による受信音がゼロビートになる時(f_{IN} をキャリアポイントとする SSB 信号にゼロインする時)次式のようになります。

HF MAIN : $f_{IN}=f_{HF_LO1}-f_{HF_IF1}$

$(f_{HF_IF1}=f_{HF_LO2}+f_{IF2})$

VHF MAIN : $f_{IN}=f_{VHF_LO1}-f_{V\cdot U_IF1}$

$(f_{V\cdot U_IF1}=f_{V\cdot U_LO2}+f_{IF2})$

UHF MAIN : $f_{IN}=f_{UHF_LO1}+f_{V\cdot U_IF1}$

$(f_{V\cdot U_IF1}=f_{V\cdot U_LO2}+f_{IF2})$

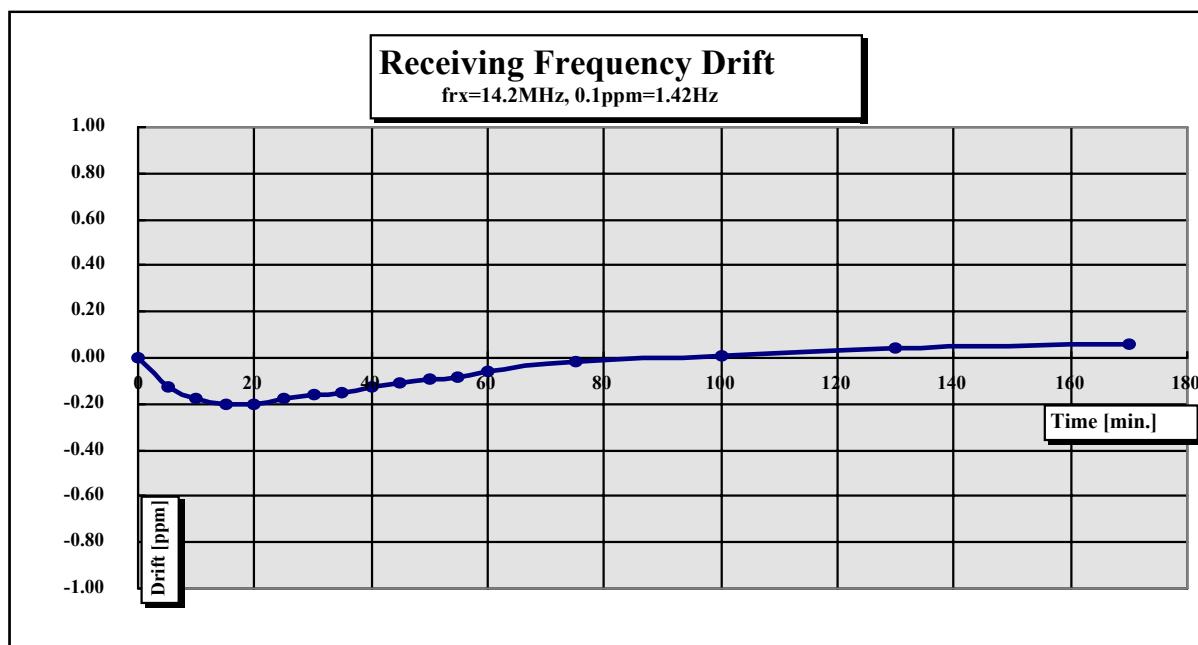
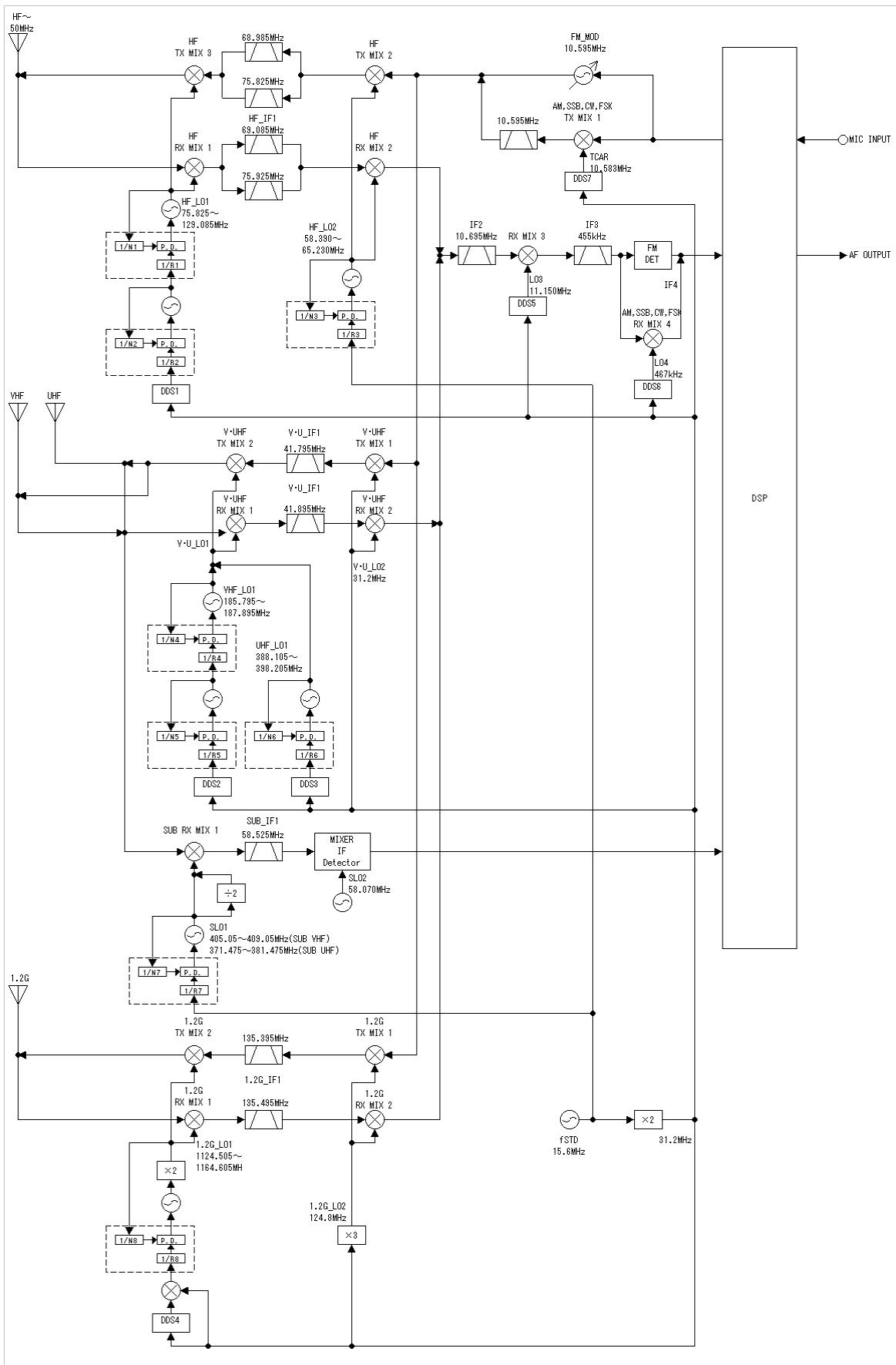
1.2G MAIN : $f_{IN}=f_{1.2G_LO1}+f_{1.2G_IF1}$

$(f_{1.2G_IF1}=f_{1.2G_LO2}+f_{IF2})$

受信 IF 周波数表(SSB、AM、CW、FSK モード)

	HF MAIN	VHF・UHF MAIN	1.2G MAIN	SUB
IF1	69.085 or 75.925MHz	41.895MHz	135.495MHz	58.525MHz
IF2	10.695MHz			455kHz
IF3	455kHz			
IF4	12kHz			

メインバンドの受信周波数は, FM モード以外では周波数構成図に示す様に基準の f STD と DDS および PLL の分周比によって決定されます。したがって基準周波数安定度=運用周波数精度となります。

2) サブバンドの周波数構成

FM モードでの受信周波数は ANT からの入力周波数 f_{IN} による受信信号が IF Filter の中心周波数となるとき, 次式のようになります。

VHF SUB : $fIN=f_{SLO1}/2-f_{SUB_IF1}$

UHF SUB : $fIN=f_{SLO1}-f_{SUB_IF1}$

サブバンド受信部の局発系、IF/AF 信号系はメインバンドから独立しているので、メインバンドが送信中でもサブバンドでの同時受信が可能となります。（送信周波数の高調波など周波数関係で受信できない場合やメインバンドとサブバンドが同一の周波数帯の場合を除く。）

3) 経時ドリフト特性例

TS-2000は、このクラスの従来機種がオプションとして用意していた±0.5ppmの高安定TCXOを標準装備しています。これは1200MHzのSSBまでカバーする仕様に対応しているだけでなく、HF帯SSBの待ち受けや海外短波放送をSSBモードで受信する時にも安定した動作を約束します。また、このTCXOはTS-2000の性能保証温度範囲と同じ-10℃～＋50℃で±0.5ppmのスペックを持っていますので、移動運用を含めたいろいろなシーンで安心してご使用になれます。

HF～
50MHz
HF
TX MIX 3
68.985MHz
75.825MHz
HF
TX MIX 2
FM_MOD
10.595MHz
AM,SSB,CW,FSK
TX MIX 1
10.595MHz
MIC INPUT
TCAR
10.583MHz
DDS7
HF
RX MIX 1
HF_IF1
69.085MHz
75.925MHz
HF
RX MIX 2
HF_LO1
75.825～
129.085MHz
1/N1
P.D.
1/R1
1/N2
1/R2
DDS1
HF_LO2
58.390～
65.230MHz
1/N3
1/R3
IF2
10.695MHz
RX MIX 3
IF3
455kHz
FM
DET
AF OUTPUT
LO3
11.150MHz
DDS5
IF4
AM,SSB,CW,FSK
RX MIX 4
LO4
467kHz
DDS6
VHF
UHF
V･UHF
TX MIX 2
V･U_IF1
41.795MHz
V･UHF
TX MIX 1
V･UHF
RX MIX 1
V･U_IF1
41.895MHz
V･UHF
RX MIX 2
DSP
V･U_LO1
V･U_LO2
31.2MHz
VHF_LO1
185.795～
187.895MHz
1/N4
1/R4
UHF_LO1
388.105～
398.205MHz
1/N5
1/R5
1/N6
1/R6
DDS2
DDS3
SUB RX MIX 1
SUB_IF1
58.525MHz
MIXER
IF
Detector
SLO2
58.070MHz
÷2
SLO1
405.05～409.05MHz(SUB VHF)
371.475～381.475MHz(SUB UHF)
1/N7
1/R7
1.2G
1.2G
TX MIX 2
135.395MHz
1.2G
TX MIX 1
1.2G_IF1
1.2G
RX MIX 1
135.495MHz
1.2G
RX MIX 2
fSTD
15.6MHz
×2
31.2MHz
1.2G_LO1
1124.505～
1164.605MH
×2
1.2G_LO2
124.8MHz
×3
1/N8
1/R8
DDS4

7.デジタル部の回路

デジタル部およびDSP部のブロックダイアグラムによりデジタル部の回路を説明します。

デジタル部はメインマイコンを中心として、表示回路および入/出力用パネルマイコン、DSP、入/出力用ラッチ回路、TNC等で構成されています。

メインとなるマイコンは、内部コア電圧3.3V、外部I/O電圧5Vで動作しています。またメインマイコンにはUART機能を用いたシリアル通信用のデバイスが4個(パネルマイコン、TNC、モービルヘッド、PCコントロール)、バックアップ用にEEPROM、DTMF信号検出用にDTMFデコーダが接続されています。その他にRESET回路、バックアップに必要な減電圧および過電圧検出回路も接続されています。

入出力ラッチ回路およびDSPにはアドレスバスやデータバスを通して接続されています。なおDSPへのバスは5V⇔3Vの電圧変換ICを介してデータ通信を行っています。

外部コントロールとのデータ通信では、モービルヘッド接続の場合はメインマイコンから直接シリアルポートで行っていますが、外部PC接続の場合は5V⇔12Vの電圧変換ICを介して行います。

パネルマイコンには表示部制御ためセグメント表示用ドライバ2個とドット表示用ドライバ1個が接続されています。

入出力ポート用としては専用のI/Oを採用せず、ラッチICを用いています。このラッチICは単独ではラッチ機能しか持たないため、メインマイコンのアドレスバスの情報を用いて必要な信号を生成する入力ラッチ用論理回路と出力ラッチ用論理回路を構成しています。

DSPは内部コア電圧1.8V、外部I/O電圧3.3Vで動作しています。2個のDSPは、それぞれIF処理およびAF処理を行っていますが、詳細についてはDSPの概要をご覧ください。

TNCは、TH-D7で実績のあるTNCを搭載しております。パケットクラスターや、簡易パケット通信等で使用されます。このTNCは、リチウム電池に接続されているためコールサイン等の各種設定情報をバックアップすることができます。なお9600bpsの通信速度を使用する場合、TNCのアナログ信号はDSPを通らず直接送受信回路に接続されます。

8.デザイン、機構、操作性

TS-2000 は、TS-570 と同一のパネルサイズでありながら、圧倒的にボリュームアップした機能・性能に応えるため、操作性、質感に細心の注意をはらい、機構部分の開発を行いました。

1) デザインコンセプト

ケンウッドのコーポレートポリシーでもある「先進性」、「高品質」、「鋭さ」をベースに多機能感、重量感をデザインのコンセプトに据えました。当然のこととして、価格帯にふさわしい高級感も必要ですし、TS-570 で定評のあるイージーオペレーションの継承もないがしろにできません。

「デザイン」という漠然としたとらえ方で見ると、TS-950 シリーズ以降のケンウッド固定機のデザインは、重厚感にデザインコンセプトを置いてきました。また TS-870 では世界初の IF DSP 対応ということで重厚感にプラスして「デジタル」なイメージ、TS-570 では「イージーオペレーション」を織り込んだデザインが高い評価をいただきました。

しかし、これらの機能的に完成された製品デザインを一人の無線家として見た時に、何かもう一つアグレッシブな感覚が欲しくなったり、従来のデザインに「好き嫌い」が出てきたのも事実です。

そのような固定機のデザインの流れを振返ってみて、TS-2000 では工業デザイン自体の完成度とかまとまり感などを目的とするのではなくて「その無線機の前に座ると、思わず無線をやりたくなる、あるいはひょいと手を伸ばして操作してみたくなる」ようなデザインを目指しました。

黒を基調とした堅牢なトラディショナルデザイン。無線機としては王道かもしれません。しかし、その流れで TS-2000 をまとめることは TS-2000 本来の持ち味を十分生かせるとは思えません。そのような思考の結果生まれたのが、シルバーをベースにした「3D デザイン」です。

TS-2000 は既に市場に出荷されており、色々なご意見を頂戴していますが、TS-2000 のデザインに関し、一つお話をさせて下さい。

ある方が TS-2000 をお買いになって、シャックに設置されました。その方は今までと毛色の違うデザインの TS-2000 を見て「これでいいのだろうか・・・」と、いぶかしげに思ったそうです。ある日、その方の小さい息子さんがシャックに来て TS-2000 を見つけ「お父さん、今度の無線機、かっこいいね！」と言われて「ああ、そうか！そうなんだ」と TS-2000 のデザインを再認識したというのです。これはアメリカでの話ですが、これを聞いて、デザインの孤独な作業（これまでの苦労）が報われた思いがしました。

2) サイズ

このサイズにこだわった理由は、インドア、アウトドアと運用する場所に関わらず、あらゆるシチュエーションで使用していただけることを考慮した結果です。移動運用における振動に対しては弊社 FM モービル機と同じ内容の振動規格をクリアーしていますので車載でも安心して使用していただけます。

3) 放熱設計

コンパクトな筐体の中に HF から 1200MHz までのバンドが入っている関係で、TS-570 に比べてアルミダイキャストの包絡体積が小さくなり、熱に対して不利な条件であることは事実ですが、構想段階から放熱とエアフローを考慮した設計を行った結果、従来機同様にヘビーデューティーな運用が可能となりました。

4) 操作性

操作面については TS-570 と同一サイズに関わらず、上位機種に匹敵する機能を満載させているため特にツマミの数、配置、大きさ等については時間をかけてあらゆる角度から検討しました。操作の基本は TS-570 からのイージーオペレーションを継承し、小さなツマミでもRや曲面、タッチ感にこだわりを持って設計しました。ツマミの配置、数についても必要最小限に抑え、操作性に配慮しています。

ツマミの大きさは、見た目では決して余裕のあるサイズとはいえませんが、実用上の操作感が「使いにくさ」を感じさせないことは実際に使っていただければおわかりになると思います。

また、パネルの配色も操作性とは密接な関係にあります。先に述べた「シルバー」という色は、確かに見た目の新しさはあります。しかし、屋外で使う時の太陽光の反射、あるいはパネル面に印刷された文字とのコントラストなど、実運用上での多くの課題があり、それを克服するために微妙な調色あるいは表面処理がなされていることも付け加えておきましょう。

9.フロントパネル周辺とLCD

1)　ＬＣＤ

室内での運用は勿論のこととして、車載、アウトドア等、運用場所を選ばないこの製品にはTS-570で実績のあるアンバー系のバック照明とポジタイプLCD（FSTN）の組み合わせを採用しました。

バックライト照明の発色には、非常に気をつかうところです。TS-2000はTS-570と比べて若干レモン系の発色にふっていますが、これはTS-2000のもつ都会的な3Dパネルとのマッチングを考慮した結果です。もちろん通信機の目的は通信をすることであり、構造やデザインはその目的のために存在し、その範疇の中での微調整です。

表示部の周波数は、視認性の良い7セグメントにし、豊富な機能を表現するために新しくドットマトリクス表示を採用しています。このドット部にはメモリーネーム、MENU　の内容説明、ビジュアルスキャン表示、パケットクラスターの情報など多彩な表示が可能です。またメーター表示部は　TS-870　からの円弧型でデジタルの中にも暖かみのある雰囲気を演出しています。その他LCD内には沢山のピクトがあります。7セグメント表示も含めその書体、ラインの幅、隣の文字との間隔には非常に気をつかって設計しています。TS-570　で好評だった「大きな周波数表示、イージーオペレーション」の思想を今回も踏襲しており、機能が多い分だけ相対的に一回り小ぶりにはなっていますが、お使いになった方に「見やすい」といっていただける表示になったと思います。

LCDの視野角は部分ドットマトリクス表示を採用していることもあり、デューティー比、印加電圧など細心の注意をはらって設計してあります。特にドット部はメニューによりコントラストを自由に可変することができます。

TS-2000はLCDを傾けることにより、よりオペレータの視線にあった見やすさを追求し、3Dデザインとのマッチングを実現させました。さらに、フロントグラスの表面には細かなシボをつけ、視認性をより向上させています。長い期間使っても、ストレスを感じさせない工夫がここにあります。

2)　メインツマミ

製品の中心に鎮座しているメインツマミは、操作の要。エンコーダーには実績のあるコパル製 250 パルス磁気式を使い、ソフトで4逓倍することで1回転当たり1000パルスを発生させています。また指先に温度差を感じない様、その廻りにはゴムのリングを装着しました。外側をゴムにすることによる、手先に優しい感触はもちろんの事、指によく触れるコーナーRを大きくとり、回しやすさを追求しています。

中心のツマミは1つずつ削り出し加工をした物に、チタン色のアルマイト処理を施し表面をスピン仕上げとしました。手作り品に感じる満足感を味わって頂けると思います。

3)　サブエンコーダー

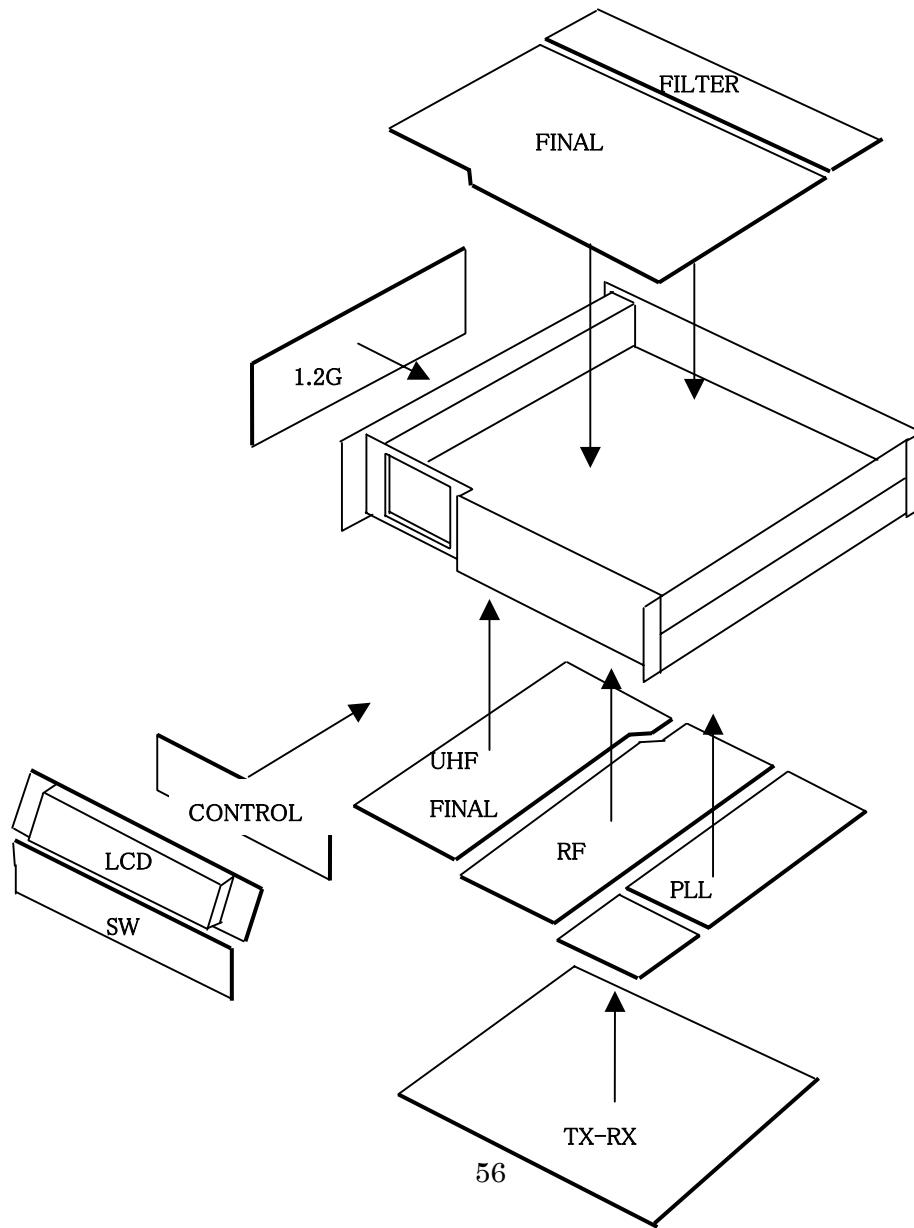
サブバンド用のエンコーダーも小さなツマミながらストレスを感じない様、フィーリングも良く分解能もあるコパル製 50 パルス光学式エンコーダーを新規に採用し、RIT としての使用時の操作性も向上させています。特にサテライト運用時では、満足していただけると思います。

このクラスのセットでは通常 25 パルス品のエンコーダーを使用しますが、TS-2000 では 50 パルス品の採用で SSB/CW 時1回転あたり 2kHz の可変を行えるように設計しました(従来 1kHz)。このため RIT/XIT によるスプリット設定がクイックに行えます。

4)　フロントパネル

多機能になると、キー操作が複雑になりがちです。TS-2000 では 3D デザインにフィットしたキー形状とし、配置をデザイナーと設計者で徹底的に検討しました。視認性・操作性そして美観を追求して、快適に操作できるキー配置を追求しました。

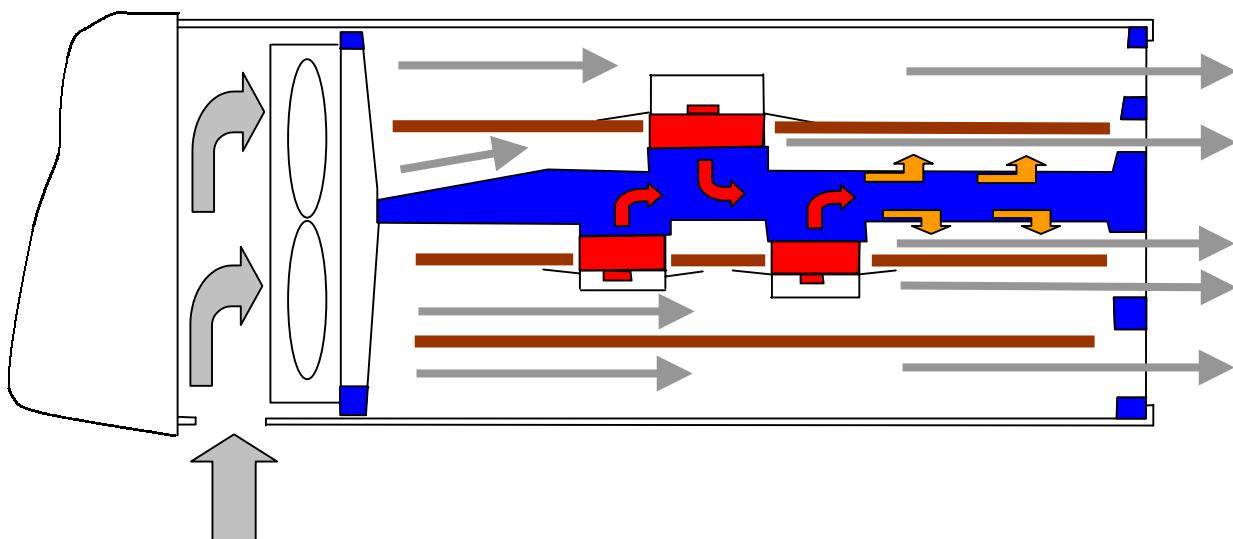
TS-2000 のキーは、TS-570 でも好評だったラバー(ゴム)を採用しています。このラバーキーの下にタクトスイッチを設けていますので、ラバーの優しい感触とともに押下時にはしっかりとしたクリック感があります。

また、固定機としては初の試みとして、全てのキーにバックライティングを採用しました。暗い場所で使用する時、キーがライトアップされますので、固定機としては今までに無い視認性・美観を提供します。バックライトに対し「昼間でも見えるような」というご意見もありますが、通信機の場合は、特に TS-2000 のようなセットでは、暗くなった時にほのかに自己主張をするようなレベルが最適と考えます。

10.内部構造と筐体

1) 構造

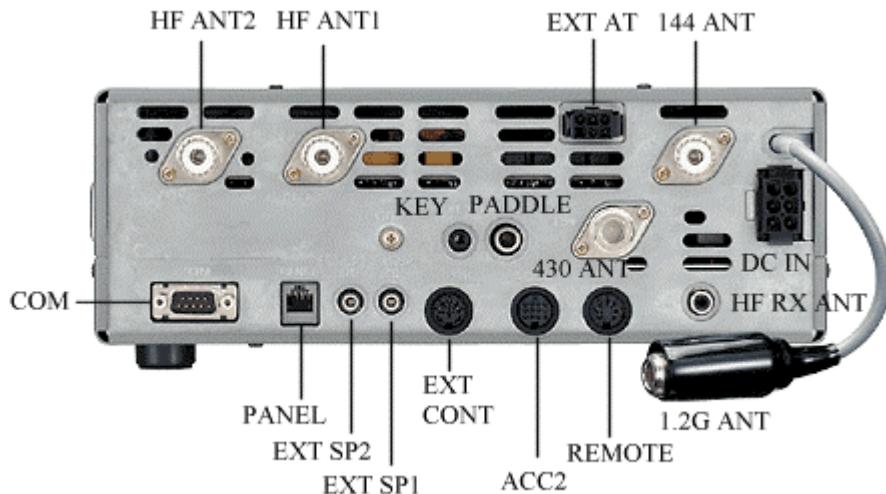
TS-2000 は TS-570 と同一クラスのサイズでありながら、多バンド化・多機能化されているため、内部の構造はそれにふさわしいものとなっています。

基本的な本体構造はダイキャストシャシを用いた三層構造となっており、最上位層（アルミダイキャスト仕切りの上部）には HF/VHF ファイナル+アンテナチューナーユニット、フィルターユニット、中央層には（仕切りの下部）には UHF ファイナルユニット、PLL ユニット、RF ユニット、最下位層には TX-RX ユニットがあります。また、ダイキャスト左側面には、バスタブ構造で 1.2GHz ユニットがあります。パネル側には LCD ユニット、スイッチユニット、パネル部裏に DSP を搭載したコントロールユニットが配置されています。

このクラスのサイズにこれだけのユニットを配置するにあたり、性能、生産性、振動、特に放熱面を重点的に吟味して構成してあります。

2) ヘビーデューティー設計

TS-570 の放熱は熱容量の大きいダイキャストシャシに熱拡散を行ない、それを背面ファンで吸気する「吸出し方式」でしたが、TS-2000 ではマルチバンド化によるファイナルトランジスタ(熱源)の複数化に対応するため、冷却方式を内部からの吐出し方式に変えています。

基本的なメカニズムは各バンドのファイナル等を集中配置し、下ケース前面部のスリットからファンモーターを使い、吸気した空気によってダイキャストに拡散された熱を背面方向に押し出しています。もちろん、基板上の部品保護のために、部品の冷却にも配慮しています。冷却効率を上げる方法の1つとして吸気側・排気側を完全にし、フィードバックを防ぐためのしきりを設けました。また、中央層に位置する 430MHz ファイナルユニットの冷却効率を向上させるために導風板を設けました。また、アルミダイキャストの各部にも、風の流れを良くするこまやかな配慮をしています。

ファンモーターには、パソコンで実績のある山洋電気製のものを採用。このファンモーターは、信頼性だけではなく風量、騒音にも優れています。ファンの制御は、HF/VHF 部、UHF 部にサーミスタを設置し、その温度によって OFF、低速、高速を切り換え部品の保護や安全性を考慮していますので快適に運用していただけます。

【説明】左側がフロントパネル

青色:ダイキャストの断面 、赤色:ファイナルトランジスタ、茶色:基板、グレー:エアーの流れ、フロントパネル下側のスリットから吸気されたエアーは、内部のファイナル部など熱源を直接冷却するとともに、ダイキャストシャシに拡散した熱も同時に奪い背面のスリットから排出されます。

11.外部入出力端子

多機能マルチバンダーである TS-2000 の背面パネルには、多くの外部端子が並んでいます。詳細は取扱説明書を見ていただくとして、購入後のシャックのまとめ方の参考になるような説明をします。

1) アンテナ端子

◆HF:HF～50MHz 帯用に ANT1 と ANT2 の二つの M 型コネクターがあります。従来機と同様にバンド毎にどちらのアンテナ端子を使うかメモリーできます。HF 用と 50MHz 用で使い分けると便利です。

◆144MHz:M 型コネクターです。

◆430MHz:N 型コネクターです。TS-2000 から 430MHz 帯は N 型コネクターに変更しました。

TS-2000 は、各バンドとも専用のアンテナを使用することが多いと想定しましたので、デュープレクサ機能はありません。

また、サテライト運用等でアンテナ直下型プリアンプをご使用の際は、お手数ですがバイアス T をご用意いただくか、電源は同軸ケーブルと別に供給して下さい。

2) DC IN

従来機と同様のコネクターです。電源は PS-53 を使用します。(100W タイプでは 13.8V/20.5A 以上が連続で供給できる電源が必要です。)

3) EXT AT

現在発売されていませんが、オートマチックアンテナチューナーAT-300 を接続するコネクターです。

4) KEY PADDLE 端子

どちらもキーイングに使用します。TS-2000 はメモリー機能付きのエレクトロニックキーヤーを内蔵していますので、お手持ちのパドルはPADDLE 端子（φ6.3mm 3 極）に接続します。また、PC キーイングの場合や、縦ぶれキーは KEY 端子（φ3.5mm 2 極）に接続します。

5) COM 端子

RS-232C 準拠の端子です。

◆ARCP-2000（別売コントロールソフト）やサードパーティー製の無線機コントロールソフトをお使いの場合、PC の COM ポートをこの端子に接続します。もちろんレベル変換などの外部インターフェースは不要です。

（ご注意：お使いのコントールソフト・ログソフトが、TS-2000 のコマンドに対応していることをソフト製作元にご確認の上ご使用下さい。）

◆PC コントロールのコマンドは、取説で全て公開してありますので、腕に覚えがある方は専用のコントロールソフトを自作することができます。

◆この端子を通じ、内蔵 TNC のパラメータ設定などの制御を行えます。

◆内蔵 TNC は、パケットクラスターチューン（別途説明）を行うための簡易型 TNC です。本格的なパケット通信を考えておられる方は、外部に専用の TNC をご用意されることをお勧めします。COM 端子は一つしかありませんので、コントロールソフト使用時は内蔵 TNC の操作はできませんのでご注意下さい。

6) PANEL 端子

別売りのモービルコントローラーRC-2000 を接続する専用端子です。

7) SP1、SP2

外部スピーカー接続用端子（φ3.5mm 2 極）です。接続する外部スピーカーの数と本体メニューの切り換えでいろいろな音の出し方ができます。

8) EXT CONT

外付けリニアコントロール専用端子です。（8pinDIN 端子。コネクター付属。）

50/144/430/1200MHz 各バンドで、リニアアンプを接続するときのスタンバイ信号が取出せます。バンド毎に独立しています。論理は目的のバンドで、TS-2000 から送信したときに「ロー（GND）」になります。電子制御を前提にしていますので、リレーは直接引けませんからご注意下さい。スタンバイの立上りに時間がかかるリニアのために、送信ディレイ時間を 10m 秒と 25m 秒の 2 種類から選択できます。また、ALC 入力も用意してあるのでご利用ください。

9) ACC2

13pin のアクセサリー端子です。

例えば PSK-31 を運用するときは PC のサウンドブラスタ入出力をこの端子に接続します。

この端子に用意されているインターフェースには下記のものがあります。

（13pin コネクターは付属していません。お近くのサービスセンターでお求め下さい）

◆AF VR に影響を受けない音声出力信号端子（メイン/サブ独立）

◆スケルチの ON/OFF に連動した信号出力（メイン/サブ独立）

◆マイクゲインに影響を受けない送信用変調入力

◆パネル面の PTT と連動するスタンバイ（フット SW などに使うと便利です。）

◆パネル面の PTT と連動しないスタンバイ（マイク入力をミュートして送信できます。データ通信時に便利です。）

◆RTTY キーイング入力

10) REMOTE

従来機同様のリニアコントロール端子です。（7pin DIN 端子。コネクター付属。）

既に発売を終了していますが、TL-922 を接続する場合はこの端子を使用します。フルブレークイン運用はできませんが、スタンバイ用にリレーを用意してありますので、TL-922 のスタンバイリレーをそのまま駆動することができます。

フルブレークイン対応の HF リニアをご使用の際は、この端子からスタンバイ電圧を取り出すことが可能です。

11) HF RX ANT（RCA 端子）

HF ローバンドの受信専用アンテナを接続できます。この端子を利用するかどうかは、メニューで設定します。30MHz 以下の周波数で動作します。

12) その他

TS-790 で設けていた ATV 入出力端子は TS-2000 にはありません。これは 1200MHz ユニットの第一 IF 周波数で FM 帯域の MCF を使用する関係で、ATV に必要な広帯域な信号の取り出しができなくなったためです。

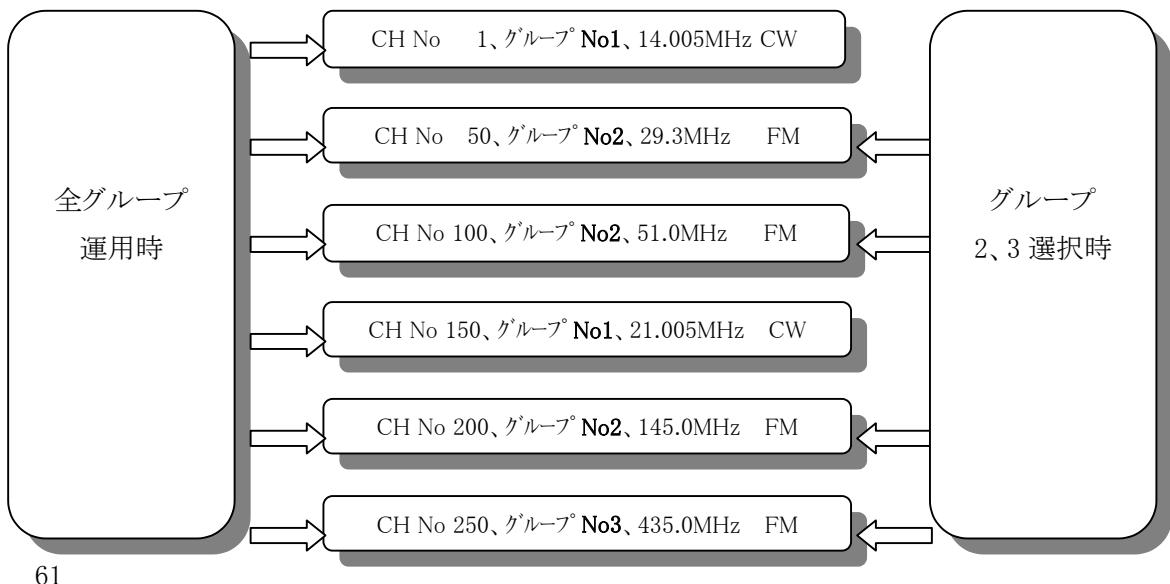
12.メモリー機能

1) 大容量 300ch メモリー搭載

従来 100ch であったメモリーチャンネルは、290ch(000ch～289ch)の標準メモリーチャンネル(スプリットメモリー可能)と 10ch(290ch～299ch)の区間指定メモリーチャンネルの **300ch**(メインバンド・サブバンド共通)となりました。

マルチバンド機が大容量メモリーチャンネルを持つ場合、例えば VHF には何チャンネルを割り当てるというような制限が設けられたセットもありますが、TS-2000 は全てのバンドにわたって自由にメモリーすることができます。

しかし、単純にメモリーチャンネルだけが増えるとその管理が大変になります。例えば、インプットされた周波数がどの局のものであったのか。あるいはメモリースキャンする時に、混在するメモリーチャンネルをどう扱えば良いのか等々。

このような不便さを解消するために、TS-2000 ではメモリーチャンネルに最大7文字までの**メモリーネーム**と**メモリーグループ(0～9)番号**を自由に設定することができるようにしました。メモリーネームを付けることにより、メモリーチャンネル運用が分りやすく簡単に行えるようになります。例えば 50MHz のビーコン局をメモリーする時、そのコールサインを入れておくと大変便利です。

300ch のメモリーに対して、グループ番号は自由に設定できます。従来のメモリーチャンネル運用で使用したグループスキャンは勿論、その**メモリーグループの運用状態を設定**することもできるようになりましたので、新しくメモリーチャンネルにデータを設定する時にはメモリチャンネルナンバーを気にすることなく自由に設定することができます。

例えば、1ch=グループ 1、50ch=グループ 2、100ch=グループ 3、150ch=グループ 1、200ch=グループ 2、250ch=グループ 3 と設定します。運用グループとして 2 と 3 を選択すると、メモリーチャンネルモードでは 50ch→200ch→100ch→250ch→50ch と選択したグループのみが現れるので、多くのメモリーチャンネルを登録していても、その時の運用に必要なメモリーチャンネルだけで運用周波数を検索することができます。また、メモリースキャンを行う時もメモリースキャンで行うグループをメモリーグループの運用状態とは別に選択することができます。

さらにメインバンドとサブバンドのそれぞれで、メモリーチャンネルの運用グループやメモリグループスキャンの設定ができます。

メモリーチャンネルの運用方法も【VFO/M】キーによる VFO モードからメモリーチャンネルモードへの切り換え、【M>VFO】キーによる VFO シフトは従来通りの専用キーを用意してあります。メモリー書き込みの時もメモリースクロールモードとなり、周波数やグループ、ネームを確認できるので、誤って大事なメモリーチャンネルを上書きしてしまう事を防げます。

混在してメモリーチャンネルがインプットしてあっても、メモリーグループを選択することでスマートな運用ができます。

2) 10ch クイックメモリー

従来から、好評をいただいている**クイックメモリーが** 10ch になりました。

クイックメモリーは運用中に気になる局があれば、ワンタッチでその状態をメモリーすることを前提に考え、受信フィルターや混信除去機能までもメモリーできる様にしました。したがって、クイックメモリーを呼び出しただけで、すぐに相手局をとらえることができ、更に素早い交信が可能となりました。

以下の項目をクイックメモリーにメモリーすることができます。

◆VFO A 周波数、モード・VFO B 周波数、モード
◆サブ周波数、モード・送受信ファンクション・サブ受信の ON/OFF
◆RIT/XIT 周波数・受信フィルター帯域幅・NBの ON/OFF
◆RIT/XIT の ON/OFF・FINE の ON/OFF
◆NR（ノイズリダクション）状態（OFF/NR1/NR2）
◆BC（ビートキャンセル）の ON/OFF
◆オートノッチの ON/OFF

3) FUNC 機能

TS-2000 では新しく【FUNC】キーを設けました。

この【FUNC】キーを押した後に、対応した各キーを押せば別の機能の動作や、そのキーに関連した機能の設定項目に入ることができます。

コンパクトなボディーでも、この【FUNC】キーを用いることにより、TS-2000 は多くの操作が簡単に実現できるようになりました。

従来はキーの数に限りがあり、MENU に入っていた機能設定も、この【FUNC】キーを設けることによっ

て設定項目を直感的に選択することができるようになりました。多くのMENU項目の中から探し出しては設定していた、わずらわしさが解消されるでしょう。

また TS-2000 は多機能無線機であり、パネル面のスイッチや表示印刷が多いため最初は複雑な無線機に見えるかと思いますが、基本的に歴代のケンウッド・トランシーバーの使い勝手を踏襲していますので、実際に使ってみると意外とシンプルな無線機でありイージーオペレーションの精神が生きていることを実感されると思います。

4) MENU機能

TS-2000には内部設定状態をカスタマイズできるMENU機能も設けました。通常運用時に頻繁に設定を変える項目などはパネルのキー操作で、また、一度設定したらそれほど触ることが無い機能はMENUで、とすみわけを考えて配置してあります。

MENU 設定項目や設定内容は全て、表示下位部のドットマトリクスにより表され、見やすく解りやすいものとなっており、直感的に MENU 内容が選択できるようになっています。さらに**クイックメニュー機能**を使用すれば、選択したMENU番号のみが現れるので、自分に必要なMENUを選択しておけば、より使いやすい環境を作ることができます。

また、MENU 項目は一部階層式になっており、関連する設定項目をまとめています。例えば MENU45 はDTMF機能に関する項目がまとめられており、MENU45AはDTMFメモリー設定、MENU45BはDTMFメモリー送信スピード設定、MENU45C は DTMF メモリーのポーズ時間設定、MENU45D は MICリモート機能設定とDTMF 機能に関する項目が MENU45 の階層として集まっています。

MENUは同じ物がA/B 2の種類が用意されていますので、DX用／ラグチュー用とか固定運用／移動運用とに使い分けることができます。

以下に、TS-2000 の機能をフルに引き出す為のメニューと、オプションの VS-3 を接続した時の発声内容を示します。

注：※のあるメニューは階層があります、「SUB」キーに押すことで下の階層に移動します。

注：各メニュー番号の下段は、メニューを選択したときにサブメニューにスクロール表示される内容です。
　太字は一番最初に表示されている内容。

NO.	機能(設定内容)／ガイダンス	初期値
00	ディスプレイの明るさ (OFF/1～4) 発声内容、同左	3
	DISPLAY **BRIGHTNESS**	
01	キー照明 (OFF/ON) 発声内容、同左	ON
	KEY ILLUMINATION	
02	同調つまみ1回転の変化量 (500/1000) 発声内容、同左	1000
	TUNING CONTROL **CHANGE RATE** PER REVOLUTION	
03	同調つまみとMULTI/CHつまみの連動 (OFF/ON) 発声内容、同左	ON
	TUNING CONTROL WITH **MULTI/CH CON**TROL FREQUENCY STEP SIZE	

04	MULTI/CHつまみの下位周波数丸め処理 (OFF/ON) 発声内容、同左	ON
	FREQUENCY ROUNDING OFF WHEN USING MULTI/CH CONTROL	
05	AM放送バンドにおいてMULTI/CHつまみのステップを9kHzへ切り換え (OFF/ON) 発声内容、同左	ON
	MULTI/CH CONTROL 9kHz STEP CHANGE IN AM BROADCAST BAND	
06	MEMORY CH(発声しない)※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
06A	メモリーチャンネル/VFOのスプリット運用 (OFF/ON) 発声内容、同左	OFF
	MEMORY-VFO SPLIT OPERATION	
06B	メモリー周波数の一時可変 (OFF/ON) 発声内容、同左	OFF
	TEMPORARY FREQUENCY CHANGE AFTER MEMORY RECALL	
07	プログラムスロースキャン機能 (OFF/ON) 発声内容、同左	ON
	PROGRAM SCAN PARTIALLY SLOWED	
08	プログラムスロースキャン設定 (100/200/300/400/500Hz) 発声内容、同左	300
	PROGRAM SLOW- SCAN RANGE	
09	プログラムスキャンの一時停止 (OFF/ON) 発声内容、同左	OFF
	PROGRAM SCAN HOLD	
10	スキャンの再開条件(TO/タイムオペレート、CO/キャリアオペレート) (TO/CO) 発声内容、同左	TO
	SCAN RESUME METHOD	
11	ビジュアルスキャン範囲 (31/61/91/181CH) 発声内容、同左	61CH
	VISUAL SCAN RANGE	
12	ビープ音量の設定 (OFF/1～9) 発声内容、同左	4
	BEEP VOLUME	
13	サイドトーン音量の設定 (OFF/1～9) 発声内容、同左	5
	SIDETONE VOLUME	
14	DRU-3Aモニター音量の設定 (OFF/1～9) 発声内容、同左	4
	MESSAGE PLAYBACK VOLUME	
15	VS-3モニター音量の設定 (OFF/1～9) 発声内容、同左	4
	VOICE VOLUME	
16	EXT.SP1とEXT.SP2、またはヘッドフォン接続時の出力切り換え (0/1/2) 発声内容、同左 0:SP1(L):メイン/サブ・ミックス SP2(R):メイン/サブ・ミックス 1:SP1(L):メイン SP2(R):サブ 2:SP1(L):メイン+1/4サブ・ミックス SP2(R):サブ+1/4メイン・ミックス	0
	OUTPUT CONFIGURATION FOR SP2 OR HEADPHONES	
17	EXT.SP1とEXT.SP2、またはヘッドフォンの左右出力を逆に切り換える (OFF/ON) 発声内容、同左	OFF
	REVERSED OUTPUT CONFIGURATION FOR SP2 OR HEADPHONES	

<table>
<tr><td rowspan="2">18</td><td>外部受信アンテナの使用
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">RX-DEDICATED ANTENNA</td></tr>
<tr><td>19</td><td colspan="2">Sメータースケルチ (発声しない)※
「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">19A</td><td>Sメータースケルチ機能
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">FM S-METER SQUELCH</td></tr>
<tr><td rowspan="2">19B</td><td>Sメータースケルチヒステリシスタイマー設定
(OFF/125/250/500ms)発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">FM S-METER SQUELCH HANG TIME</td></tr>
<tr><td rowspan="2">20</td><td>DSP受信イコライザの切り換え (OFF/H.BOOST/F PASS/B BOOST/CONVEN/USER)
発声内容(OFF/H/F/B/C/U)
OFF:フラット
H BOOST:ハイブースト/高いオーディオ周波数を強調
F PASS:フォルトマンパス/通常の音声周波数以外のオーディオ周波数を抑える
B BOOST:バスブースト/低いオーディオ周波数を強調
CONVEN:コンベンショナル/600Hz以上の周波数を3dB強調
USER:ARCP-2000使用時</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">RX EQUALIZER</td></tr>
<tr><td rowspan="2">21</td><td>DSP送信イコライザの切り換え (OFF/H.BOOST/F PASS/B BOOST/CONVEN/USER)
発声内容(OFF/H/F/B/C/U)
OFF:フラット
H BOOST:ハイブースト/高いオーディオ周波数を強調
F PASS:フォルトマンパス/通常の音声周波数以外のオーディオ周波数を抑える
B BOOST:バスブースト/低いオーディオ周波数を強調
CONVEN:コンベンショナル/600Hz以上の周波数を3dB強調
USER:ARCP-2000使用時</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">TX EQUALIZER</td></tr>
<tr><td rowspan="2">22</td><td>SSBまたはAMの送信フィルター帯域幅の切り換え
(2.0/2.2/2.4/2.6/2.8/3.0kHz)発声内容、同左</td><td>2.4kHz</td></tr>
<tr><td colspan="2">TX FILTER BANDWIDTH FOR SSB OR AM</td></tr>
<tr><td rowspan="2">23</td><td>送信出力の微調整(MULTI/CHつまみによる調整幅(例:5W→1W)を変更)
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">FINE TRANSMIT POWER CHANGE STEP</td></tr>
<tr><td rowspan="2">24</td><td>TOT(タイムアウトタイマー)設定
(OFF/3/5/10/20/30min) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">TIME-OUT TIMER</td></tr>
<tr><td rowspan="2">25</td><td>トランスバータ周波数表示の設定
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">TRANSVERTER FREQUENCY DISPLAY</td></tr>
<tr><td rowspan="2">26</td><td>ATチューン終了時に送信を継続させる機能
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">TX HOLD; ANTENNA TUNER</td></tr>
<tr><td rowspan="2">27</td><td>受信時のAT動作
(OFF/ON) 発声内容、同左</td><td>OFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">ANTENNA TUNER WHILE RECEIVING</td></tr>
</table>

28	リニアアンプコントロール （発声しない）※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。 OFF:コントロールできません 1:リニアアンプON、ディレーなし（10ms） 2:リニアアンプON、ディレーあり（25ms）	
28A	HF/50MHzリニアアンプコントロール （OFF/1/2） 発声内容、同左	OFF
	HF LINEAR AMPLIFIER CONTROL RELAY	
28B	50MHz帯リニアアンプコントロール （OFF/1/2） 発声内容、同左	OFF
	50MHz LINEAR AMPLIFIER CONTROL RELAY	
28C	144MHz帯リニアアンプコントロール （OFF/1/2） 発声内容、同左	OFF
	144MHz LINEAR AMPLIFIER CONTROL RELAY	
28D	430MHz帯リニアアンプコントロール （OFF/1/2） 発声内容、同左	OFF
	430MHz LINEAR AMPLIFIER CONTROL RELAY	
28E	1200MHz帯リニアアンプコントロール （OFF/1/2） 発声内容、同左	OFF
	1.2GHz LINEAR AMPLIFIER CONTROL RELAY	
29	CWメッセージの再生 （発声しない）※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
29A	音声/メッセージ再生の繰り返し （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	PLAYBACK REPEAT	
29B	音声/メッセージ再生繰り返し時間の設定 （0～60s：1sステップ） 発声内容、同左	10s
	PLAYBACK INTERVAL	
30	キーイングの挿入のON/OFF （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	KEYING PRIORITY OVER PLAYBACK	
31	CWピッチ/送信サイドトーン周波数の設定 （400～1000Hz：50Hzステップ）発声内容、同左	800Hz
	CW RX PITCH/TX SIDETONE FREQUENCY	
32	CWライズタイム（立ち上がり時間）設定 （1/2/4/6ms） 発声内容、同左	6ms
	CW RISE TIME	
33	CWウェイティング比率（AUTO/2.5～4.0：0.1ステップ） 発声内容、（A/2.5～4.0：0.1ステップ）	AUTO
	CW WEIGHTING	
34	CWリバース・キーイングウェイトのON/OFF （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	REVERSED CW WEIGHTING	
35	バグキーモードのON/OFF （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	BUG KEY FUNCTION	
36	SSBモードでのCW自動送信 （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	AUTO CW TX WHEN KEYING IN SSB	
37	SSBモードからCWモードへ変更時の周波数補正 （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	FREQUENCY CORRECTION FOR SSB-TO-CW CHANGE	

38	FSKシフト幅の切り換え （170/200/425/850Hz） 発声内容、同左	170Hz
	FSK SHIFT	
39	FSK KEY極性の切り換え （NORMAL/INVERSE）発声内容（OFF/ON）	NORMAL
	FSK KEY-DOWN POLARITY	
40	FSKトーン周波数の切り換え （1275/2125Hz） 発声内容、同左	2125Hz
	FSK TONE FREQUENCY	
41	FMマイクゲインの切り換え（LOW/MID/HIGH） 発声内容（LOW/MIDDUM/HIGH）	LOW
	FM MIC GAIN	
42	FMサブトーンモードの切り換え （BURST/CONT）発声内容（B/U）	CONT
	FM TONE TYPE	
43	オートリピーターオフセット機能 （OFF/ON） 発声内容、同左	ON
	AUTO REPEATER OFFSET	
44	1750Hzトーン送信保持機能 （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	TX HOLD; 1750Hz TONE	
45	DTMF機能 （発声しない）※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
45A	DTMFメモリー登録 （発声しない）*1	
	DTMF NUMBER MEMORY SELECT	
45B	DTMFメモリー送信スピード設定 （SLOW/FAST） 発声内容（S/F）	FAST
	TX SPEED FOR STORED DTMF NUMBER	
45C	DTMFメモリーのポーズ時間設定 発声内容、同左 （100/250/500/750/1000/1500/2000ms）	500ms
	PAUSE DURATION FOR STORED DTMF NUMBER	
45D	マイクリモート機能の設定 （OFF/ON） 発声内容、同左	OFF
	MIC CONTROL	

46	内蔵TNCバンドの切り換え （MAIN/SUB） 発声内容（M/S）	SUB
	MAIN/ SUB BAND; BUILT-IN TNC	
47	内蔵TNCの通信スピード設定 （1200/9600bps） 発声内容、同左	1200bps
	DATA TRANSFER RATE; BUILT-IN TNC	
48	DCDセンス切り換え （TNC BAND/MAIN＆SUB） 発声内容（TB/MS）	TNC BAND
	DCD SENSE	
49	P.C.T（パケットクラスターチューニング）モード （発声しない）※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
49A	パケットクラスタチューニングモード切り換え （AUTO/MANUAL） 発声内容（A/M）	MANUAL
	PACKETCLUSTER TUNE	

49B	パケットクラスター受信確認音 (OFF/MORSE/VOICE)　発声内容(OFF/M/V)	MORSE
	PACKETCLUSTER RX CONFIRMATION TONE	
50	パケットの設定　(発声しない)※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
50A	パケットフィルター帯域幅の切り換え (OFF/ON)　発声内容、同左	OFF
	PACKET FILTER BANDWIDTH	
50B	パケットAF入力レベルの設定 (0～9)　発声内容、同左	4
	AF INPUT LEVEL FOR PACKET	
50C	パケットAFメインバンド出力レベルの設定 (0～9)発声内容、同左	4
	MAIN BAND AF OUTPUT LEVEL FOR PACKET	
50D	パケットAFサブバンド出力レベルの設定 (0～9)発声内容、同左	4
	SUB BAND AF OUTPUT LEVEL FOR PACKET	
50E	外部データバンド切り換え (MAIN/SUB)　発声内容(M/S)	MAIN
	MAIN/ SUB BAND; EXTERNAL TNC	
50F	外部データ端子の通信スピード設定 (1200/9600bps)　発声内容、同左	1200bps
	DATA TRANSFER RATE; EXTERNAL TNC	
51	PFキー　(発声しない)※ 「SUB」キーを押し、サブメニューへ入る。	
51A	全面パネルのPF機能設定　発声内容はPFを参照	VOICE 1
	FRONT PANEL PF KEY PROGRAM	
51B	マイクロホンのPF1機能の設定　発声内容はPFを参照	A/B
	MIC PF1 KEY PROGRAM	
51C	マイクロホンのPF2機能の設定　発声内容はPFを参照	SPLIT
	MIC PF2 KEY PROGRAM	
51D	マイクロホンのPF3機能の設定　発声内容はPFを参照	VFO/M
	MIC PF3 KEY PROGRAM	
51E	マイクロホンのPF4機能の設定　発声内容はPFを参照	RX/MONI
	MIC PF4 KEY PROGRAM	
52	スプリット転送機能 (OFF/ON)　発声内容、同左	OFF
	SETTINGS COPY TO ANOTHER TRANSCEIVER	

53	スプリット転送データのVFO書き込み (OFF/ON)　発声内容、同左	OFF
	SETTINGS COPY TO VFO	
54	送信禁止機能 (OFF/ON)　発声内容、同左	OFF
	TX INHIBIT	
55	パケット通信モード (OFF/ON)　発声内容、同左	OFF
	PACKET OPERATION	

56	COMポート通信速度・ストップビットの切り換え　発声内容、同左 （4800/9600/19200/38400/57600bps）	9600bps
	COM CONNECTOR PARAMETERS	
57	APC（オートパワーオフ）機能 （OFF/60/120/180min）　発声内容、同左	OFF
	AUTO POWER OFF	
58	RC-2000の簡単モード時に表示するフォント選択 （FONT1/FONT2）　発声内容（1/2）	FONT 1
	DETACHABLE-PANEL DISPLAY FONT IN EASY OPERATION MODE	
59	RC-2000のパネル、TS-2000のドット表示部のコントラスト設定 （1～16）　発声内容、同左	8
	PANEL DISPLAY CONTRAST	
60	RC-2000のディスプレイのネガポジ反転 （NEGATIVE/POSITIVE）発声内容、同左	POSITIVE
	DETACHABLE-PANEL DISPLAY REVERSAL	

*1:「PUSH SUB」が表示され階層メニューがあることを示します。

●PF（プログラマブル・ファンクション）機能

TS-2000 では従来機種同様、本体パネルに 1 つ、PF キー搭載の MIC に 4 つ。計 5 つの PF キーが設けられていて、機能を割り当てて使用することができます。

PF キーに設定することができる機能は、①頻繁に使用するMENUを直接呼び出す「メニューダイレクト呼び出し」、②オプションの VS-3 接続時に音声を発声させるもの、③受信モニター機能、④パネルキーに無い特殊機能、⑤よく使用するパネルキーを割り当てるパネル SW 代行機能があります。

パネル SW 代行機能は、車載時に MIC の PF に割り付けると便利な機能です。

以下に、PF キーに設定できる内容を示します。

表示	機能	VOICE 発声内容
	（メニュー直接呼出し）	
MENU 00	メニューNo.00	0
～	～	～
MENU 60	メニューNo.60	60
	（特殊機能）	
VOICE1	周波数、チャンネルナンバー、メニュー番号、メニュー内容など 無線機の動作状況に応じて音声を発生します	63
VOICE2	受信時にSメーターレベルを音声発声します	64
RX MONI	強制的にスケルチを開き、受信信号をモニターします	65
DSP MONI	スロープチューンのワイド状態をモニターします	66
	（パネルSW代行）	
Q MR	【Q MR】	67
Q M.IN	【QM IN】	68
SPLIT	【SPLIT】	69
TF-SET	【TF-SET】	70
A/B	【A/B】	71
VFO/M	【VFO/M】	72
A=B	【A=B】	73
SCAN	【SCAN】	74
M>VFO	【M>VFO】	75
M.IN	【M.IN】	76
CW TUNE	【CW TUNE】	77
CH1	【CH1】	78
CH2	【CH2】	79
CH3	【CH3】	80
FINE	【FINE】	81
CLR	【CLR】	82
CALL	【CALL】	83
CTRL	【CTRL】	84
1MHz	【1MHz】	85
ANT 1/2	【ANT1/2】	86
NB	【NB】	87
N.R.	【N.R.】	88
B.C.	【B.C.】	89
A.N.	【A.N.】	90
	（その他）	
OFF	OFF	99

●オートモード機能

TS-2000 では、好評いただいているオートモード機能を搭載しました。オートモード機能とは、設定した周波数範囲になると自動的に電波形式が切り換わる機能です。

従来のオートモード機能は、メイン・エンコーダーツマミやクリック・エンコーダーツマミによる操作、プログラムスキャンで設定した境界線を越えた時のみ動作していましたが、TS-2000 では、エントリー入力による周波数ダイレクト設定やP.C.T.(パケットクラスターチューン機能別項目参照)時にも反映されるようになりました。

もちろん一時的に設定したモードを切り換えることも可能ですし、バンドアップ／ダウン時は、バンドメモリー機能が働いて、最後に運用した電波形式が現れますので、オートモード機能を設定しておけば、複数のバンド帯を使用してのオペレーションでは、電波型式を気にすることなく大変便利な機能として威力を発揮してくれます。

オートモードの設定例

設定 ch	設定周波数	設定モード	動作範囲
00	1.62MHz	AM	30kHz ≦ f < 1.62MHz
01	2.0MHz	CW	1.62MHz ≦ f < 2.0MHz
02	3.5MHz	LSB	2.0MHz ≦ f < 3.5MHz
03	3.525MHz	CW	3.5MHz ≦ f < 3.525MHz
04	10.1MHz	LSB	3.525MHz ≦ f < 10.1MHz
05	10.15MHz	CW	10.1MHz ≦ f < 10.15MHz
06	14.0MHz	USB	10.15MHz ≦ f < 14.0MHz
07	14.07MHz	CW	14.0MHz ≦ f < 14.07MHz
08	14.112MHz	FSK	14.07MHz ≦ f < 14.112MHz
09	18.068MHz	USB	14.112MHz ≦ f < 18.068MHz
10	18.11MHz	CW	18.068MHz ≦ f < 18.11MHz
11	21.0MHz	USB	18.11MHz ≦ f < 21.0MHz
12	21.07MHz	CW	21.0MHz ≦ f < 21.07MHz
13	21.125MHz	FSK	21.07MHz ≦ f < 21.125MHz
14	21.15MHz	CW	21.125MHz ≦ f < 21.15MHz
15	24.89MHz	USB	21.15MHz ≦ f < 24.89MHz
16	24.93MHz	CW	24.89MHz ≦ f < 24.93MHz
17	28.0MHz	USB	24.93MHz ≦ f < 28.0MHz
18	28.07MHz	CW	28.0MHz ≦ f < 28.07MHz
19	28.15MHz	FSK	28.07MHz ≦ f < 28.15MHz
20	28.2MHz	CW	28.15MHz ≦ f < 28.2MHz
21	29.0MHz	USB	28.2MHz ≦ f < 29.0MHz
22	30.0MHz	FM	29.0MHz ≦ f < 30.0MHz
23	50.0MHz	USB	30.0MHz ≦ f < 50.0MHz
24	50.1MHz	CW	50.0MHz ≦ f < 50.1MHz
25	51.0MHz	USB	50.1MHz ≦ f < 51.0MHz
26	52.0MHz	FM	51.0MHz ≦ f < 52.0MHz
27	60.0MHz	USB	52.0MHz ≦ f ≦ 60.0MHz
28	60.0MHz	USB	52.0MHz ≦ f ≦ 60.0MHz

13.多彩なスキャン機能

TS-2000 は、HF のみならず V/UHF もカバーすることを考慮し、多彩なスキャン機能を採用しています。特に 144/430MHz 帯では多機能カートランシーバー同様の V by V 運用や U by U 運用もできますから、スキャン機能も従来の HF 機が持つスキャン機能だけでなく、多機能カートランシーバー並の運用も可能です。

スキャン・タイプ		目的	運用例
ノーマルスキャン	VFO スキャン	選んだ周波数の全バンドをスキャンする	現在のバンド内で相手局を探す場合などに使用します
	プログラムスキャン	メモリーチャンネル 290～299 に登録された特定周波数範囲のスキャン	DX 局が出てきそうな特定の周波数範囲を複数の区間に渡ってスキャンさせて待つような場合に役立ちます
	プログラム・スロー・スキャン	プログラムスキャン中にあらかじめ設定された最大 5 箇所の周波数ポイントの前後（±100～500Hz）でスキャンスピードが遅くなるスキャン	DX局が出てきそうな特定の周波数ポイントに重みをおいてプログラムスキャンさせたい場合に使用すると便利です
	MHz スキャン	1MHz 以内の範囲の周波数のスキャン	プログラムスキャンの設定を行わなくても、とりあえず受信周波数付近の様子を見たい時に便利です
メモリースキャン	オール・チャンネル・スキャン	0 から 299 まで全メモリーチャンネルのスキャン	登録してあるメモリーチャンネルの全てについて、信号の有無をチェックする場合に使用します
	グループスキャン	特定のメモリチャンネル・グループのスキャン	用途別にグループ分けして登録したメモリーチャンネルを、グループ単位でスキャンさせたいような場合に役立ちます
コールスキャン	VFO	コール・チャンネルと現在の VFO 周波数のスキャン	コール・チャンネルとレピータ周波数の両方をワッチしたいときなどに使用すると便利です
	メモリーチャンネル	コール・チャンネルと選択中のメモリーチャンネルのスキャン	

メモリーチャンネル運用時、または VFO モードで FM 運用している時には、スキャン中に信号を見つけると、スケルチに連動して信号のあるチャンネル（周波数）でスキャンが停止するビジーストップ機能がはたらきます。ビジーストップ機能はメニューの設定で、キャリアオペレート（信号がある間スキャンを一時停止する）とタイムオペレート（一定時間時間経過後にスキャン再開）の切り換えが可能です。

メモリーチャンネルに目的やバンドに応じたグループを設定しておけば、グループスキャンにより、そのときの運用スタイルに応じたメモリースキャンを行うことができます。

●簡易ビジュアルスキャン

LCD のドット部分を使用して簡易なビジュアルスキャン機能を実現しています。本格的なディスプレイにはかないませんが、ビジュアルスキャンの雰囲気は伝わってきます。(オプションの RC-2000 を使用すると当社カートランシーバーと同じ程度のディスプレイサイズでビジュアルスキャンの表示ができます。)

メモリーチャンネルモードにおけるビジュアルスキャンでは、メモリーチャンネルに登録されているチャンネルを順番にスキャンしていきます。メイン・ドット表示部にはスキャンする最大チャンネル数が表示されます。上図の例では開始チャンネルとその上下 30 チャンネル分の合計で最大 61 チャンネルがスキャンの対象になります。

VFO モードで開始したビジュアルスキャンは、開始した周波数の周辺を現在設定されているクリックエンコーダーの周波数ステップでスキャンします。メイン・ドット表示部にはスキャンの範囲が表示されます。上図の例で”61CH”と表示されているのは、現在設定されている周波数ステップで 61 ステップ分の周波数がスキャンする範囲であることを意味しています。例えば周波数ステップが 5kHz の場合はセンター周波数(スキャン開始周波数)を中心に上下 30 ステップ 30×5kHz=150kHz の範囲をスキャンします。SSB や CW でビジュアルスキャンを行う時にはクリックエンコーダーの周波数ステップを 1kHz に設定するときめ細かいスキャンが可能です。

スキャンを一時停止（ポーズ）し、MULTI/CH ツマミまたは同調ツマミ（VFO モード時のみ）で、高い信号レベルを表示している位置にカーソルを移動させると、ビジュアルスキャンで見つけた信号の受信音を聞くことができます（メインバンドの VHF/UHF 帯を FM で運用しているときのビジュアルスキャンは、スキャン中でも受信音を聞くことが可能です）。この時ビジュアル表示部のカーソルに連動して、現在受信している周波数がメイン表示部に表示されます。

ビジュアルスキャンの範囲はメニューで切り換えが可能です。

メニュー11 設定内容	メモリーチャンネルモード時の スキャン対象チャンネル（最大値）	VFO モード時のスキャン範囲
31CH	開始チャンネルと その上下 15 チャンネル	開始周波数を中心とした上下 15 ステップの範囲
61CH	開始チャンネルと その上下 30 チャンネル	開始周波数を中心とした上下 30 ステップの範囲
91CH	開始チャンネルと その上下 45 チャンネル	開始周波数を中心とした上下 45 ステップの範囲
181CH	開始チャンネルと その上下 90 チャンネル	開始周波数を中心とした上下 90 ステップの範囲

●パソコンコントロール

マイコンの性能向上に加え、処理アルゴリズムの見直しを図ることにより、従来機種にはない応答の高速化を達成しました。これによりパソコンコントロールソフトによる周波数同調のスムーズさや、メーターの状態変化などをリアルに表示することが可能になりました。使用できるコマンドは今までの機種（TS-870、TS-570 など）と同一体系となっています※。

※無線機の状態を外部に伝えるAIコマンドは、TS-2000 がメインとサブを独立して持ち、かつどちらでも送信可能など、いままでにない動作をするため、従来のAI1、AI3のようなコマンドは使用できなくなっています。無線機の周波数やモード情報を自動的に取り込むログソフトが、従来のAI1やAI3にしか対応していない場合には動作しないことがありますので、お使いのログソフトが TS-2000 に対応しているかどうか、ソフトの製造元にお問い合わせいただくようにお願いします。

専用のパソコンコントロールソフト ARCP-2000（オプション）を使えば、無線機本体のコントロールだけでなく、DSP フィルターのデザインなど、無線機本体の操作では実現できない機能も楽しむことができます。詳しくは ARCP-2000 の活用方法をご覧ください。

●TS-2000 には以下のコマンドが用意されています。

AC	アンテナチューナーの IN/THROUGH と、TUNE の ON/OFF 設定、読み出し
AG	AF ゲインの設定、読み出し
AI	オートインフォメーションの設定、読み出し
AL	オートノッチ追従速度の設定、読み出し
AM	オートモードの設定、読み出し
AN	アンテナ切り換えの設定、読み出し
AR	ASC の ON/OFF 設定、およびシンプレックス交信可能・不可能の読み出し
AS	オートモード周波数区分の設定、読み出し
BC	ビートキャンセラーの設定、読み出し
BD	バンドアップ SW の動作を行う
BP	マニュアル・ビートキャンセラーのポイント設定、読み出し
BU	バンドダウン SW の動作を行う
BY	BUSY 信号の読み出し
CA	CW オートチューニング設定、読み出し
CG	キャリアゲインの設定、読み出し
CH	MULTI/CH つまみと同じ機能
CI	CALL チャンネルへの周波数設定
CM	パケットクラスタチューニングモードへの設定、読み出し
CN	CTCSS 周波数の設定、読み出し
CT	CTCSS の ON/OFF 設定、読み出し
DC	PTT バンドおよび操作バンドの設定、読み出し
DN	マイクロフォンのDOWNキー動作
DQ	DCS（デジタルコードスケルチ）の設定、読み出し
EX	メニューの設定、読み出し
FA	VFO A の周波数設定、読み出し
FB	VFO B の周波数設定、読み出し
FC	SUB VFO の周波数設定、読み出し
FD	受信フィルターのドット表示データの読み出し
FR	受信（VFO A, B とメモリーチャンネルなど）の設定、読み出し
FS	FINE機能の設定、読み出し
FT	送信（VFO A, B とメモリーチャンネルなど）の設定、読み出し
FW	受信フィルター幅の設定、読み出し
GT	AGC の時定数設定、読み出し
ID	セットを認識させるためのモデルNo. 読み出し
IF	セットの状態を読み出す

IS	IFシフトの設定、読み出し
KS	キーイングスピードの設定、読み出し
KY	入力した文字列をモールスコードに変換してキーイングする
LK	ロック機能の設定、読み出し
LM	DRU、エレクトロニックキーヤーの録音状態設定、読み出し
LT	オートロックチューン機能の設定、読み出し
MC	メモリーチャンネルの設定、読み出し
MD	電波形式の設定、読み出し
MF	メニューA/B の設定、読み出し
MG	マイクゲインの設定、読み出し
ML	送信モニターレベルの設定、読み出し
MR	メモリーチャンネルデータの読み出し
MU	メモリーグループの設定、読み出し
MW	メモリーチャンネルデータの書き込み
NB	ノイズブランカーの設定、読み出し
NL	ノイズブランカーレベルの設定、読み出し
NR	ノイズリダクションの設定、読み出し
NT	ノッチフィルターの設定、読み出し
OF	オフセット周波数の設定、読み出し
OI	非操作バンドの状態を読み出す
OS	オフセットの設定、読み出し
PA	プリアンプの設定、読み出し
PB	DRU、エレクトロニックキーヤーの再生状態の設定、読み出し
PC	送信出力の設定、読み出し
PI	プログラマブルメモリーへの登録
PK	パケットクラスター情報の読み出し
PL	スピーチプロセッサー入出力レベルの設定、読み出し
PM	プログラマブルメモリーの読み出し
PR	スピーチプロセッサーの設定、読み出し
PS	電源の ON/OFF の設定、読み出し
QC	DCS コードの設定、読み出し
QI	クイックメモリーの登録
QR	クイックメモリーの設定、およびチャンネルデータの読み出し
RA	RF ATT の設定、読み出し
RC	RIT/XIT 周波数のクリアー
RD	RIT/XIT 周波数をダウンさせる
RG	RF ゲインの設定、読み出し

RL	ノイズリダクションレベルの設定、読み出し
RM	メーターの選択とメーター値の読み出し
RT	RIT の設定、読み出し
RU	RIT/XIT 周波数をアップさせる
RX	受信状態の設定
SA	サテライトモードの設定、読み出し
SB	サブバンドの設定、読み出し
SC	各種スキャンの設定、読み出し
SD	セミ・ブレークインのディレータイム設定、読み出し
SH	スロープチューン帯域の設定、読み出し（ハイカット）
SI	サテライトメモリーへの登録
SL	スロープチューン帯域の設定、読み出し（ローカット）
SM	S メーター/RF メーターの値読み出し
SQ	スケルチレベルの設定、読み出し
SR	リセットの実行
SS	プログラムスロースキャンのポイント設定
ST	ステップの設定、読み出し
SU	スキャングループの設定、読み出し
SV	メモリーシフトの実行
TC	パソコンコントロールモード/パケットモードの切り換え
TD	DTMF メモリー送信
TI	TNC の状態読み出し
TN	サブトーン周波数の設定、読み出し
TO	サブトーンの設定、読み出し
TS	TF-SET の設定、読み出し
TX	送信状態の設定
UL	PLL ロック状態の読み出し
UP	マイクロフォンのUPキー動作
VD	VOX ディレータイムの設定、読み出し
VG	VOX ゲインの設定、読み出し
VR	音声合成の発生
VX	VOX の設定、読み出し
XT	XIT の設定、読み出し

14.音声メモリー

DRU-3A(オプション)

オプションの DRU-3A を接続すると、マイクからの音声を録音し、送信再生することができます。本ユニットは DAST™(Direct Analog Storage Technology)方式によりデジタルレコーディングを行っています。この方式は少ないメモリーで音質的に優れた録音を行うことができます。TS-2000 では、30 秒間録音ができるチャンネルが 1 チャンネル、15 秒間録音ができるチャンネルを 2 チャンネル持っており、これらを組み合わせることによって最大 60 秒間の連続再生を実現します。

また本ユニットはリチウム電池によるバックアップの必要がない不揮発性メモリーを採用していますので一度録音したメッセージはメモリー変更のない限り永久に保持されます。

【FUNC】+チャンネルスイッチ【CH1～3】を押すと BT(-・・・-)のビープを発生し録音待機状態(表示例1)となり、この状態で先ほど操作したチャンネルスイッチ【CH1～3】を押し続けることにより、録音を行うことができます(表示例 2)。また、チャンネルスイッチを放せば録音終了。録音の残り時間が無くなったときは AR(・-・-・)のビープが発生し録音は自動的に終了します。

(表示例1)録音待機状態

REC WAIT AP1 --

(表示例2)録音状態(残り 15 秒)

RECORDING AP1 15sec

再生は、VOX スイッチの ON/OFF によりモニター再生と送信再生を切り換えることができ、再生は希望のチャンネルスイッチ(CH1～3)を押すことでスタートします。モニター再生音はメニュー14 により音量を調整することができます。また、送信時も送信再生音をモニターすることができます。

(表示例 3)連続再生の例

PLAYBACK AP 23-

複数のチャンネルに分けて録音した内容や、特定のチャンネルを複数回再生したいとき等は、再生状態中に次に再生したいチャンネルを押すと連続して再生されます。連続再生は、最大 3 チャンネルまで指定することができます(表示例 3)。

メニューNo.29A(PLAYBACK REPEAT)を ON にすることにより、再生データをリピートさせ、繰り返すことができます。また、メニューNo.29B(PLAYBACK INTERVAL)により、リピート間隔の時間設定をすることができ、コンテストで CQ 文などを録音して使用すれば、大きな威力を発揮することでしょう。

15.CW メッセージメモリー

内蔵のキーヤーにより、パドルで打った CW モールスを録音し、送信再生することができます。内蔵のキーヤーは約 50 文字(1 文字=5 長短点として)の録音ができるチャンネルを 3 つ用意しました。不揮発性メモリーを使用していますので、一度録音したメッセージはメモリー変更のない限り永久に保持されます。録音は、【FUNC】＋チャンネルスイッチ【CH1～3】を押すと BT(−･･･−)のビープを発生し録音待機状態(表示例1)となりますので、この状態でパドルよりキーイングを開始すると録音を行うことができます(表示例2)。

(表示例1)録音待機状態

REC WAIT CP1 --

(表示例2)録音状態

RECORDING CP1

また、【CLR】を押せば録音終了、録音の空き容量が無くなったときは AR(･−･−･)のビープを発生し自動的に録音は終了します。

再生は VOX の ON/OFF により、モニター再生と送信再生を選択することができます。再生は録音した量で決まりますから、20 文字分だけ録音してある場合は、20 文字分の再生になります。また、DRU-3A(オプション)と同じように連続再生もできます(連続再生の設定は DRU-3A と同一です)。録音再生モールスのスピードは【KEY】で変更できますので、ゆっくりとしたスピードで録音し、相手のスピードに合わせて送信するということも可能です。

なお、オプションの ARCP-2000 の keying 機能を使用すると、任意の欧文テキストファイル内容の送信※、キーボードからの CW コード送出※、さらに本体と別に 5 チャンネルの CW メモリー※を使用できるので定型文の送出に威力を発揮します。

※文字数に制限があります。また、和文は非対応。

16.音声合成ユニット

VS-3（オプション）

TS-570 時代から音声合成もパワーアップ。メニュー番号、選択肢も発声するケンウッドの音声合成。オプションの VS-3 を接続すると、運用中の周波数発声はもちろんのこと、メモリーチャンネル／クイックメモリー操作時の発声、S メーターレベルの発声、メニュー操作時のメニュー番号と選択肢（一部を除く）を発声するので従来機よりもさらにユーザーフレンドリーなリグに仕上がりました。

また、発声音量は本体 AF ゲインとは連動していませんが、メニューで設定することができます（メニュー15）。この機能により、お好みの発声音量で運用できるので、AF ゲインを絞ったとき聞こえにくいということがなく、快適に使用できます。今回は、パケットクラスターチューニング（P.C.T.）の DX 局コールサインの発声も行えるようになりました（メニュー49B にて設定します。なお、標準はモールスです）

通常では、本体【PF】に運用周波数やチャンネル番号などをアナウンスする、「VOICE1」が割り当てられていますが、本体【PF】キーの設定（メニュー51A）を変えることで S メーターレベルの発声が行えるようになります。また、オプションマイク「MC-52DM」等を接続すると、本体とは別に 4 種類の【PF】キーが使用できるようになりますので、S メーターの発声機能「VOICE2」を設定し、その他必要なPF機能（メニュー52B～E）を設定すれば、周波数などの発声、S メーターの発声機能を同時に割り当てることができるので、オペレートに威力を発揮します（詳しくは以下の「S メーターの発声」、「メニュー時の発声」を参照してください）。

1) VFO モード、エントリー時の発声

例えば、運用周波数が 7.038MHz，VFO モードで【PF】を押すと、"VFO"、"7.038.00"と発声します。テンキー使用時は、【ENT】【2】【1】【.】【1】【9】【5】【ENT】と入力すると各キーを入力するごとに"ENTER"、"2"、"1"、"MHz"、"1"、"9"、"5"と発声し、【ENT】キーで確定されると、ビープの「T」を発生し、入力された周波数を発声します。

2) メニュー時の発声

メニュー操作時の発声は、"MENU"、"メニュー番号"、「約 200 ミリ秒経過後」、"選択肢"を発声します。メニュー番号を変える【MULTI】、選択肢を変更する【+/-】キーを操作するたびに発声します。メニュー時の選択肢発声内容については、本徹底解説集の「メニュー」の項を、PF 設定時の選択肢発声については本徹底解説集「PF」の項、あるいは TS-2000 取扱説明書の「VS-3」の項を参照してください。

3) メモリーチャンネルの発声

前回使用したメモリーチャンネルが 100 チャンネルとして、VFO モードからメモリーチャンネルモードになると、"MR"、"100"、"登録されている周波数"を発声し、【M.IN】キーを押すと「メモリースクロールモード」になり、"MR"、"channel"、"チャンネル番号"、"未使用なら「open」、使用中なら登録周波数"を発声するので、メモリーチャンネルへのアクセシビリティが向上しました。また、メモリーチャンネルを登

録するには、希望のチャンネルに合わせて、再度【M.IN】を押すことで確定、同時にビープの「T」を発生後 VFO モードに戻ります。

クイックメモリモードでは、クイックメモリーが登録されていれば QUICK MEMO【MR】キーで呼び出すことで“Q”、“チャンネル番号”、“登録されている周波数”を発声します。

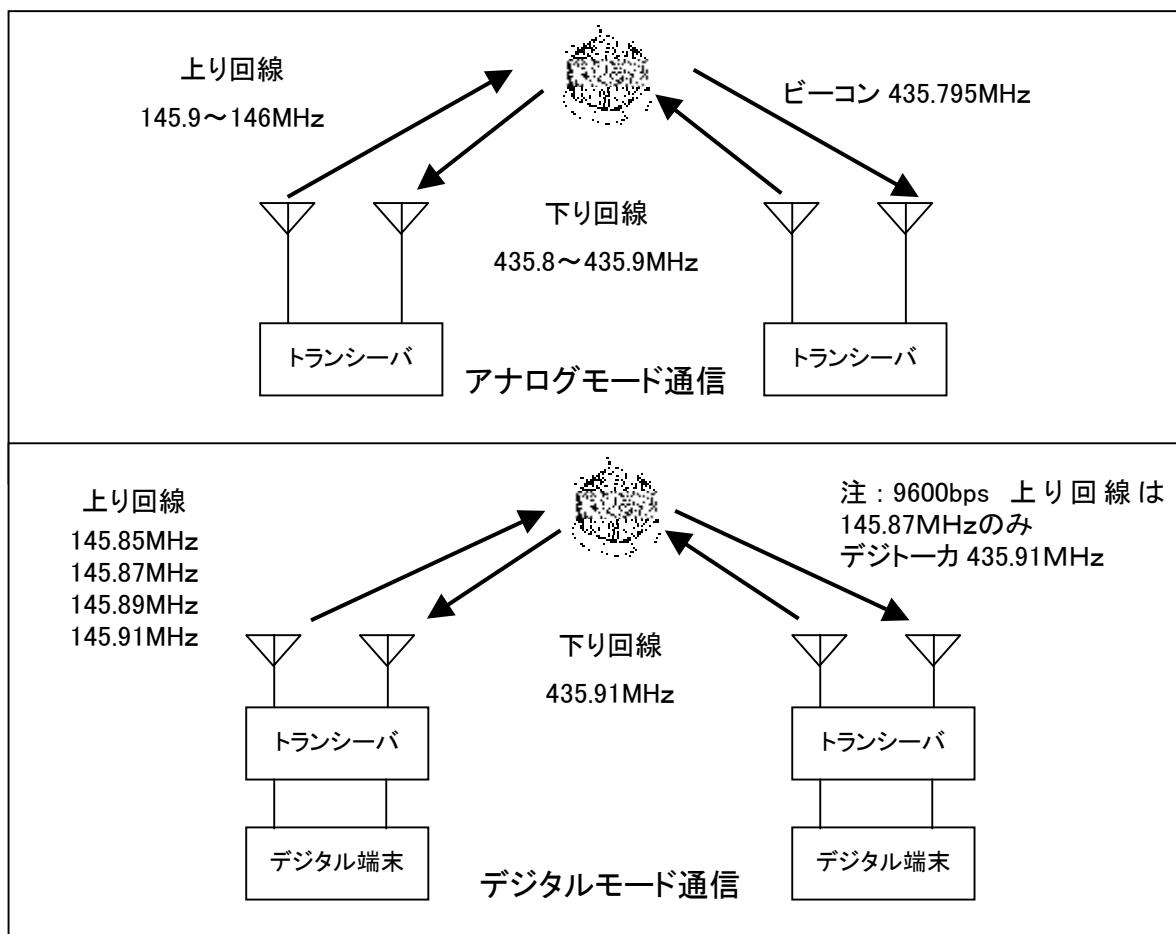
4) S メーターの発声

【PF】キー割り当て後は押すたびにSメーターレベルを発声します。

VOICE2の発声内容は以下の通りです(【PF(VOICE2)】による)

メイン側				サブ側			
メーターレベル	発声内容	メーターレベル	発声内容	メーターレベル	発声内容	メーターレベル	発声内容
1〜3	S1	16〜18	10dB	1	S1	10	10dB
4	S2	19〜20	20dB	2	S2	11	20dB
5〜6	S3	21〜22	30dB	3	S3	12	30dB
7	S4	23〜25	40dB	4	S4	13	40dB
8〜9	S5	26〜28	50dB	5	S5	14	50dB
10	S6	29〜30	60dB	6	S6	15	60dB
11〜12	S7			7	S7		
13	S8			8	S8		
14〜15	S9			9	S9		

このほか、VS-3 からはそれますが、従来から好評のモードモールス、AT チューン時に異常を検出したら「SWR 警告を発するビープ機能」、各設定時で選択肢を選んでいるとき、エンドストップで停止した際に発生する「エンドストップビープ」、メインバンド/サブバンドの操作対象バンドを入れ換え後の「ビープ音音程変化」などの各ビープ機能でも快適なオペレートをお手伝いします。

17.サテライト運用

現在数多くのアマチュア無線用通信衛星(サテライト)が宇宙を飛んでいます。その多くは、衛星自身の状況(バッテリー電圧，温度等)を地上に知らせるためのビーコン用送信機やトランスポンダーと呼ばれる中継器(地上から送られてきた信号を受信し、他の周波数に変換した後、再び地上へと送り返す装置)を搭載しています。また、トランスポンダーには、受信したSSBやCWの信号をそのまま周波数変換した後、送信するもの(アナログ系)とパケット等のデジタル信号を扱うもの(デジタル系)の2種類があります。

ここでは、1996年8月17日に日本アマチュア無線連盟が打ち上げたアマチュア衛星「ふじ3号」のアナログトランスポンダーにアクセスする方法を紹介します。

1) ふじ3号（JAS-2/FO-29）の概要

ふじ3号は高度約1,000km、軌道傾斜角99°の円軌道衛星で、約110分で地球を一周しています。搭載されているトランスポンダー等は、系統図をごらん下さい。

ふじ3号 系統図

2) サテライト通信の設備

TS-2000シリーズには，いろいろな衛星の各モードを簡単に切り換えられるように10個のサテライトメモリーチャンネル（chØ～ch9）があります。サテライトモードでは、通常のVFOモードとは異なりメモリーチャンネルの一時可変として動作します。このため、変更した内容をメモリーせずにメモリーチャンネルの変更もしくは電源を切った場合、変更内容は失われます。

また、TS-2000は図Aの組み合わせで送信部（アップリンク）と受信部（ダウンリンク）が同時に動作するので、サテライト通信用のトランシーバーとしてはTS-2000シリーズが1台あれば準備完了です。

アンテナは145MHzと435MHzのビームアンテナを同一ブームに取り付け、方位角のほか仰角も可変できるようにしておくと良いでしょう。ふじ 3 号の場合、アップリンクの推奨出力は EIRP（実効輻射電力）で100Wといわれており、20Wの送信機に7dBiのアンテナをつないだ場合がこれにあたります。条件が良ければ，無指向性のアンテナでもサテライト通信を楽しむことができます。

また、サテライト通信を行うには「無線局免許状」の「通信事項」欄に「（宇宙無線通信を含む）」の指定を受ける必要があります。受信の場合は問題ないのですが、衛星に向けて送信する場合はご注意ください。

図A.アップリンクとダウンリンクの組み合わせ表

		ダウンリンク			
		HF～50MHz	144MHz	430MHz	1200MHz
アップリンク	HF～50MHz	---	●	●	●
	144MHz	●	---	●	●
	430MHz	●	●	---	●
	1200MHz	●	●	●	---

3) 軌道情報

現在、アマチュア無線用の衛星に静止衛星はありません。ふじ3号の場合、衛星が使用可能なタイミングは一日数回で、時間は1回あたり10～15分程度です。このためサテライト通信を行うためには、いつ上空を通過するかを予め知っておく必要があります。軌道情報については日本アマチュア無線連盟のFAXサービス等で入手することができます。

4) ビーコン信号の受信

ふじ3号のアナログビーコンは周波数435.795MHz、出力100mWで毎分60字のCW信号が発射されています。衛星は秒速数kmという高速で地球をまわっているため、ビーコン信号はドップラー現象により最大10kHz程度周波数にズレが生じます。衛星が見え始めた時（AOS時）は、周波数が数kHz程度高くなります。その後、徐々に周波数は下がり、最も近づいた時は周波数のズレはØに、また衛星が見えなくなる時（LOS 時）、周波数は数kHz程度低くなります。軌道情報をもとに 435.795MHz±10kHz を受信すると「ピーピピッピ」といった音が聞こえてきます。この信号が明瞭に聞こえれば受信設備として合格といえるでしょう。

5) アナログモードでの通信

ふじ 3 号による SSB 通信は，地上局の送信が 145MHz 帯 LSB、受信は 435MHz 帯 USB です。周波数構成は図Aのとおりで、送信周波数と受信周波数の和が一定値(581.8MHz)になりますが、TS-2000 シリーズのサテライトモードを使用すると、これらの周波数設定などを簡単に行うことができます。

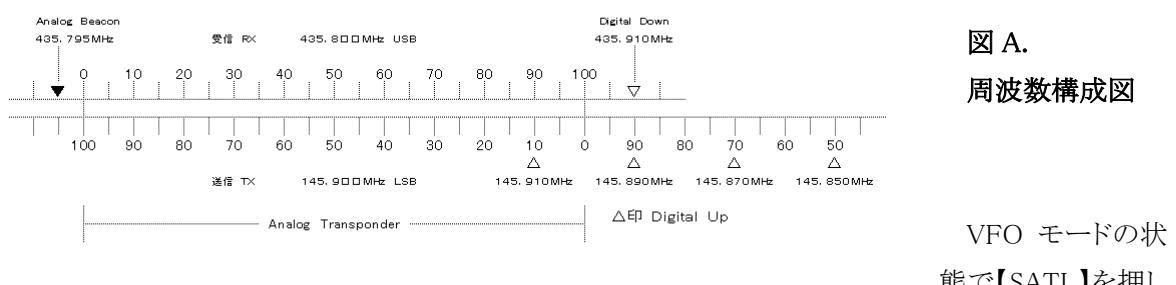



図 A.
周波数構成図

VFO モードの状態で【SATL】を押して、サテライトモードを選びます。SATL 表示が点灯し、サテライトメモリーチャンネル Øの内容が呼び出されます。ダウンリンク(受信)周波数が左側に、アップリンク(送信)周波数が右側に表示されます。

初期値は、ふじ 3 号の周波数となっています。

また、トレース機能が働いているので、メインダイアルを回すと送信周波数と受信周波数の和が一定になるように同時に変化します。

ドップラー現象による周波数のズレを補正するには、送信もしくは受信周波数を単独に変化させる必要がありますが、送信周波数のみを変化させる場合は、【RIT/SUB】ツマミを使用します。

また、受信周波数のみを変化させたい場合は、【A/B・M/S】を押してサブ表示を受信周波数にした後【RIT/SUB】ツマミで変化させることができます。

そして、送信しながら同時に受信を行ない、自分の電波が衛星の中継器で中継されて返ってくる電波を自分で受信します。これをループテストと言います。ループテストが成功すれば、その周波数で CQ を出すなどして交信相手を探し QSO します。

6) サテライトモードの主な機能

●トレース機能

トレース機能にはノーマルトレースとリバーストレースの 2 種類あり、どちらを使用するかは、それぞれの衛星に搭載されている中継器の種類に応じて設定します。

ノーマルトレースは送信・受信の周波数が、それぞれ同じ方向に変化(送受信周波数の差が一定)します。

リバーストレースは、送信・受信の周波数が、それぞれ逆の方向に変化(送受信周波数の和が一定)します。

【A=B・TRACE】で、トレース機能の ON/OFF ができます。また、【SPLIT・REV】ではノーマルトレースとリバーストレースの切り換えができます。

●サテライトメモリーチャンネル

通常のメモリーとは別に、サテライト通信専用のメモリーチャンネルを 10ch(chØ～ch9)用意しまし

た。サテライトモード時は、このメモリーチャンネルを呼び出し、メモリーシフトを行います。また、サテライトメモリーチャンネルは、それぞれ最大 8 桁の英数字記号による名前を付けることもできます。

以下の方法でメモリーへの書き込みができます。

【M.IN】を押す
【MULTI/CH】にてチャンネルを選択する
再度【M.IN】を押す
また【CLR】を押すことにより途中でクリアーすることもできます

●サテライトメモリーチャンネルの消去

消去したいメモリーチャンネルを選択した後、【CLR】を 1 秒押すと消去できます（但し chØ は消去できません）。

●クイックメモリー

サテライトモードでは、クイックメモリーとして 1 つのチャンネルが使用でき、簡単な操作でメモリーに登録や呼び出しができます。クイックメモリーは、サテライトメモリーチャンネルの ch9 に割り当てられます。クイックメモリーに登録するには、QUICK MEMO【M.IN】を押します。また、呼び出す場合は、QUICK MEMO【MR】押すか、MULTI/CH ツマミで ch9 を選びます。

●アップリンク周波数の確認

簡単な操作でアップリンク（送信）周波数をモニターすることができます。【TF-SET】を押すことにより、アップリンク（送信）周波数とダウンリンク（受信）周波数が入れ換わります。押す度に、この動作を繰り返します。

また、アップリンク（ダウンリンク）周波数帯をダウンリンク（アップリンク）に変更する場合にも利用できます。

●RIT/XIT

ラウンド QSO やペディションで、一時的にアップリンク周波数、もしくはダウンリンク周波数をズラしたい場合、RIT/XIT が使用できます。VFO モード時と同様、【RIT】または【XIT】にて操作します（注：サテライトモードでは，RIT と XIT を同時に ON することはできません）。

7) サテライトモード専用の機能

パネル表示で紫色の部分はサテライトモード専用の機能を持っています。

●【SATL】キー

サテライトモードと VFO モードを切り換えます。

●【M/S】キー

メイン表示とサブ表示の内容を入れ換えます。

●【VFO/CH】キー

【MULTI/CH】つまみの機能を切り換えます。

LED 点灯時は、メモリーチャンネル chØ～ch9の選択ができます。

LED 消灯時は、CTRL 表示の VFO の周波数を【FUNC】【STEP】にて設定されたステップに変更できます(CTRL がメイン側で、トレースが ON の場合はメイン/サブの両方がトレースに従って変化します)。

●【TRACE】キー

トレース機能の ON/OFF を切り換えます。

●【REV】キー

ノーマルトレースとリバーストレースを切り換えます。

18.パケットクラスターチューン

TS-2000 の面白い機能として、パケットクラスターチューンがあります。

当社の TNC を搭載したハンディー、カートランシーバーで DX クラスターモニター機能が搭載され好評をいただいています。PC やモデムを持ち運べないようなシチュエーションで、TH-D7 のこの機能により珍局を発見し、速攻でシャックに戻った経験をされた方もおられるのではないでしょうか。また、パケットクラスターに対応したログソフトなどから無線機の周波数をコントロールしている方も多いことと思います。

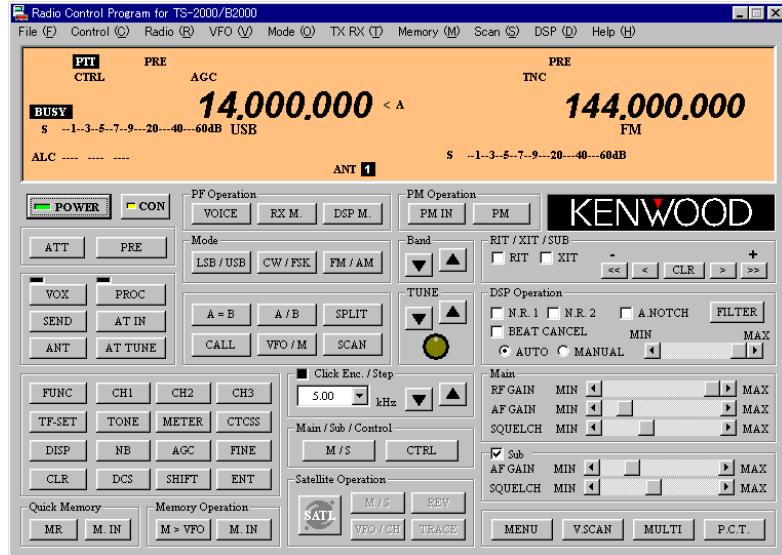
TS-2000 は、これらの機能をさらに発展させ、PC、V/UHF 受信機、モデムを外部に準備することなく、本機 1 台だけでパケットクラスターのモニターと、HF バンドへの周波数セットを実現することができました。概要でも述べましたが、ただバンドの数を増やしただけでなく、それで何ができるのかというところが TS-2000 の妙味だと思います。

さて、実際の動作を見てみましょう。

サブ側の受信周波数を、ローカルのパケットクラスター情報を流している周波数に合わせ、P.C.T.を動作させます。クラスター情報が流れると本体の表示部に DX 情報が表示されます。

この表示は、T88XW 局が 50.205MHz に出ているとレポートされた状況を示しています。DX 局のコールサインは、サブのドットマトリクス部に表示されます。コールサイン以外に、時間とコメントもスクロールして表示されるので「5up」とか QSL マネージャ情報がアップされても逃すことはありません。

これはと思う局が表示されたら【SET】ボタンを押すと、その局の運用周波数がメイン側にセットされます。メニューで新しい情報があがるたびに、自動でメイン側の周波数をセットするようにも切り換えられますが、通常の運用では手動でセットする方が便利でしょう。なお、受信した情報は、最新の情報から最大10局分をメモリーしているので、過去の情報を呼び出すこともできます。オプションの ARCP-2000 や RC-2000 を使用すると、パケットクラスターのリスト表示が簡単に行えます。なお、パケットクラスター情報のフォーマットにはモード情報がありませんので、TS-2000 のオートモード機能と併用すればモードもセットされるので便利です。

パケット通信入門者の方へ

パケットクラスターに限らず、パケット通信のノード局は、有志のアマチュア無線家により運用されています。また、パケットクラスターは、本来そのネットワークに参加し情報をもらうだけでなく、与えることで成り立っています。しかし、TS-2000 は簡易型モデムを使用していること、キーボードが接続できないこと、表示の容量が少ないことなどがあり、ネットワークにコネクトするような運用ができません。

TS-2000 で体験できるのは、パケット通信の一部の運用形態です。パケット通信の面白さを感じていただき、そこからアマチュア無線の楽しみが拡大していけば幸いです。

19.ラジオ・コントロール・プログラム

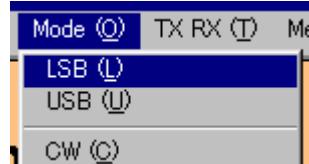
R.C.P.(Radio Control Program)には TS-870 と TS-570 用がありますが、今回の ARCP-2000 との大きな違いは機能の豊富さであり、ARCP-2000 では、TS-2000 に搭載されている機能のほとんどを操作することができるように設計されています。

また、PC でコントロールすることにより、TS-2000 の操作性よりも便利に使用できる機能もあります。以下に、ARCP-2000 を使用するのに TS-2000 とは異なる部分、便利に使える機能、ARCP-2000 独自の機能に関して説明します。

1) ボタン配置および操作性

基本的には TS-2000 のボタンの配置を参考に設計していますが、PC で操作するのですから全てが同じでは操作性が良いとはいえません。ARCP-2000 では、PC 上での GUI(Graphical User Interface)を考えた配置にして、操作性を向上させました。以前の RCP では無線機のパネルをイメージした操作性であったのを ARCP-2000 では、Windows(*1)の操作性に従った方法に変更しています。

(*1) Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

PC を使用して無線機を操作する場合において、最も操作性が重要となるのが周波数の変更方法です。ARCP-2000 では、周波数の変更をいく通りかの方法で実現しています。この方法に関しては、「周波数の変更」で説明します。

通常の操作ではマウスを使用して操作しますが、使い方によってはキーボードから操作を行った方が操作しやすい場合があります。キーボードで操作を行う場合は、【Tab】(【Shift】+【Tab】)キーによりボタンのフォーカスを移動させ【Space】キーで操作することができます。また、メニューバーには、ほとんどの機能の項目があるのでメニューバーからの操作でほとんどの操作を行うことができます。特に【Alt】キーに続けていくつかのキーを押すことで、無線機の操作を行うことができ便利です。

例えば、モードを LSB に変更したい場合は、以下の 3 種類の方法で操作することができます。

1.【LSB/USB】ボタンをマウスの左ボタンでクリックする。

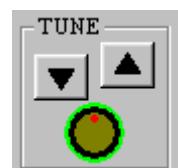
2.キーボードの【Alt】キーを押しメニューバーを選択する。矢印キーを操作して、【Mode(O)】－【LSB(L)】を選択し【Enter】キーを押す。

3.キーボードで【Alt】を押しながら【o】-【l】の順番で操作する。

2) 表示部

基本的には、TS-2000 の配置を参考に設計してあります。そのため、ほとんどの表示は TS-2000 と同じでなので、あまり迷うことなく状態を確認することができます。

TS-2000 の表示との大きな違いは、ドット表示部に表示される内容が異なるところです。TS-2000 では、無線機の状態によりドット表示部に表示する内容が異なります。そのため通常表示されているモードやメモリーを呼び出した時のグループ番号とメモリーネーム表示は消えてしまう場合があります。

例えば、受信フィルターを表示させたときや、メニューモードを ON にしたときです。しかし、ARCP-2000 では、受信フィルターやメニュー画面は別ウィンドウとして表示させるのでモード、グループ番号やメモリーネームは消えません。

3) 周波数の変更

TS-2000 などのカテゴリー（固定機）では、周波数可変の操作方法が重要な部分となり、この操作性を PC のユーザーインターフェースで実現するために工夫がされています。TS-2000 では、メインエンコーダー、クリックエンコーダーまたはサブエンコーダーを使用して周波数を可変することができます。ARCP-2000 では、以下の 5 つの方法で周波数可変を実現し操作性の向上を行っています。

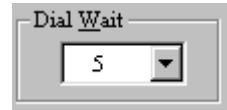
①【TUNE】による周波数可変

②【Click Enc./Step】による周波数可変

③周波数表示部をマウスでクリックする方法による周波数可変

④【RIT/XIT/SUB】によるサブ周波数可変

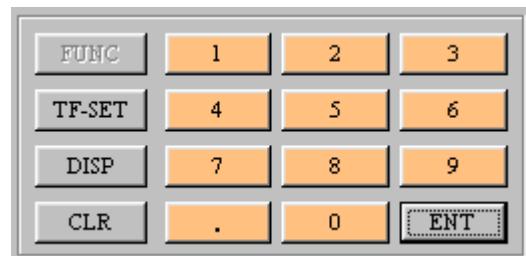
⑤直接周波数を指定する周波数エントリー入力

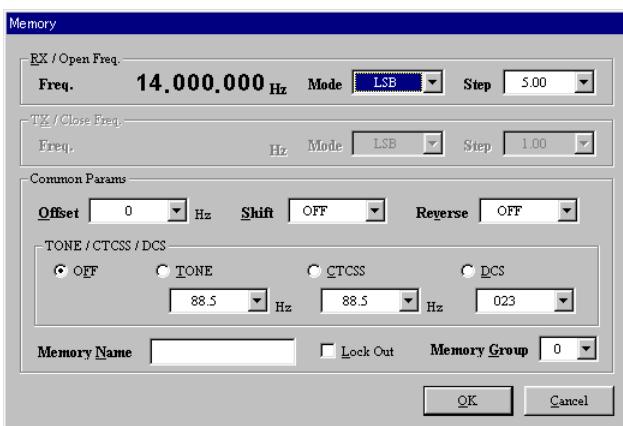
①の“【TUNE】による周波数可変”操作は、TS-2000 におけるメインエンコーダーの周波数操作と同様に ARCP-2000 においても重要な部分です。

【TUNE】内の円形のボタンをクリックすると、ボタンの周りが緑色になりボタンの中に赤い印が点灯します。これで周波数を可変できる状態になりました。この状態で周波数をアップするには、マウスの右ボタンを押しながらマウスを移動させます。

また、周波数をダウンするにはマウスの左ボタンを押しながらマウスを移動させます。この時のマウスを移動する方向に決まりはありません。

ホイールマウスを使用しているときは、周波数を可変できる状態の時にホイールを向こう側に回すと周波数がアップし、手前側に回すと周波数がダウンします。周波数が可変できる状態を解除するには【TUNE】内の円形のボタンをクリックするか、ARCP-2000 のウィンドウ内のどこかでマウスの左ボタンをダブルクリックします。これで通常の操作を行うことができます。

また、①の操作では、マウスの移動量に対する周波数可変量を変更することができます。メニューバーの【Control(C)】-【Setup(S)】で Setup ウィンドウを開き【Dial Wait】で設定を変更します。数字を大きくすると周波数可変量が小さくなり、数字を小さくすると周波数可変量が大きくなります。何度か設定値を変更して、自分の好みにあった設定で使用して下さい。

②の“【Click Enc./Step】による周波数可変”操作は、変更したい周波数ステップを選択し、【▲】【▼】ボタンを押すことで周波数を変更することができます。ただし、メモリーモードのときは、メモリーチャンネルのアップダウン操作となります。

③の”周波数表示部をマウスでクリックする”操作では、周波数表示部の周波数変更したい桁をマウスの右ボタンでクリックすることで、クリックした桁以上の周波数がアップされ、マウスの左ボタンでクリックすることでクリックした桁以上の周波数がダウンされます。操作バンドの指定がメインバンドでもサブバンドでもクリックした方のバンドの周波数を変更することができます。

④の“【RIT/XIT/SUB】による”操作では、サブ側の周波数をステップ周波数間隔で可変することができます。ただし、メインバンドで RIT または XIT が ON になっているときは、サブバンドの周波数可変ではなく、RIT または、XIT 周波数の可変となります。また、サテライトモードのときは、サブ側のみの周波数を可変することができます。

⑤の“周波数エントリー入力”の操作は、【ENTER】ボタンを押すと周波数表示部がエントリー入力モードの表示となり、【0】～【9】および【.】がボタンに表示され、マウスでクリックすることで、周波数を入力することができます。また、エントリー入力モードのときに、PC のキーボードを使用しても周波数の入力を行うことができます。

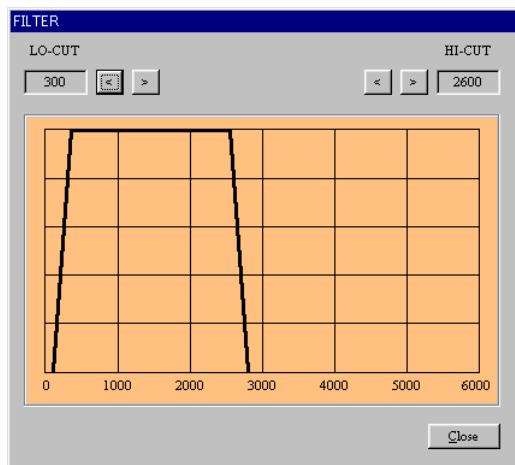
4) メモリー入力

送受信で同じ周波数をメモリー登録するには、TS-2000 と同様の操作で行うことができます。【M.IN】ボタンを押すとメモリースクロールモードとなり、メモリーに登録されている周波数が表示されます。登録したいチャンネルを選択し、再度【M.IN】ボタンを押すと登録が完了します。登録するデータにメモリーネームの設定やグループ番号の変更を行いたいときは、メモリースクロールモード中に【DISP】ボタンを押して、登録内容の詳細ウィンドウを開き設定します。メモリーネームやグループ番号以外の登録内容の変更も詳細ウィンドウで行うことができます。

送信と受信で異なる周波数をメモリーに登録するときや、区間指定メモリーを登録するときは VFO モードでスプリット状態としてメモリーへ登録します。メイン側の周波数が受信またはプログラムスキャンの OPEN 周波数となり、サブ側の周波数が送信、またはプログラムスキャンの CLOSE 周波数になります。

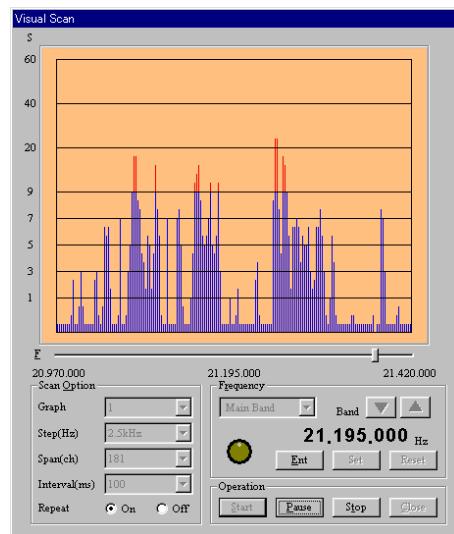
スプリットメモリーとしての周波数登録と区間指定メモリーへの登録は、TS-2000 の操作方法と異なりますので注意が必要です。

5) メニュー設定

ARCP-2000 では、【MENU】ボタンを押すと MENU ウィンドウが表示され、メニューの設定を変更することができます。TS-2000 とは異なり、メニュー項目のコメントが全て表示されているので設定したい項目が探しやすくなっています。MENU ウィンドウの左のリストで設定したい項目を選択し、右側のウィンドウで設定を変更します。

6) 各種設定

TS-2000 では、いろいろなキーに配置してある各種設定項目を1つのウィンドウにまとめました。ARCP-2000 の【MULTI】ボタンを押すと MULTI ウィンドウが開きますので、必要な設定値を変更します。

7) 受信フィルター設定

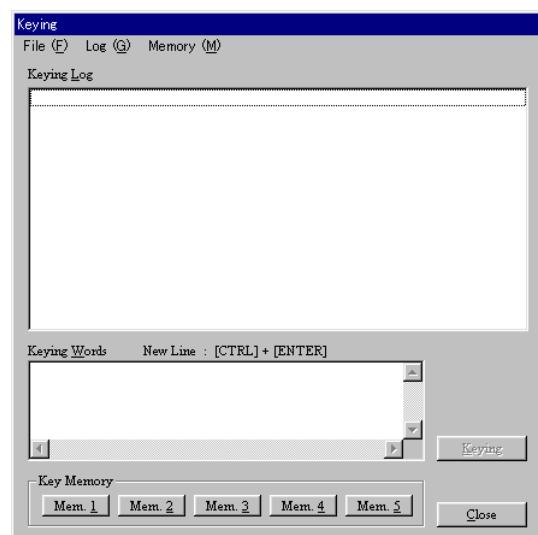
ARCP-2000 では、【FILTER】ボタン(もしくは【DISP】ボタン)を押すことで FILTER ウィンドウが開き、設定を変更することができます。TS-2000 での設定時の表示に比べてパソコン画面を使用した表示であるので見易くなっています。

(フィルタの図は、概念図であることにご注意ください。)

8) ビジュアルスキャン

ARCP-2000 のビジュアルスキャンは、TS-2000 のコマンドを駆使して実現しています。そのため、ARCP-2000 でビジュアルスキャンを動作させても TS-2000 はビジュアルスキャン動作になりません。

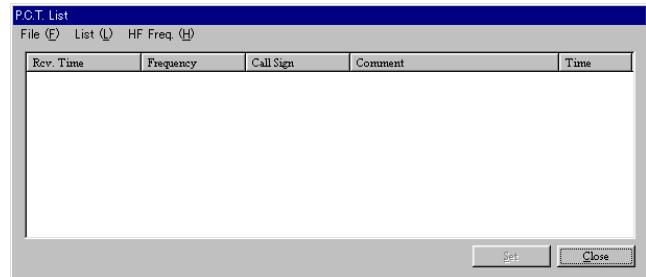
TS-2000 のビジュアルスキャンと異なり ARCP-2000 のビジュアルスキャンは、PC 上で使いやすいような操作性で設計されています。また、便利な機能としてビジュアルスキャンを一時停止しているときにグラフをマウスでクリックすることで、その位置の周波数に変更できるようになっていて、受信信号のあるチャンネルへの移動を素早く行うことができます。

また ARCP-2000 のビジュアルスキャンには、TS-2000 にはない幾つかの設定項目があります。【Graph】は、ビジュアルスキャンの表示形式を 3 種類の中から選択できますので好みの表示形式に設定して下さい。

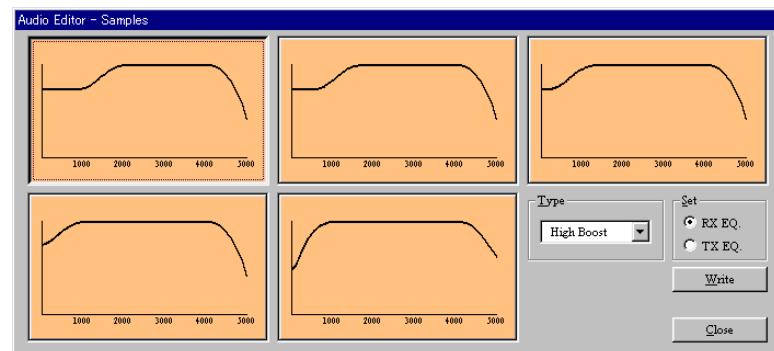
【Interval】は、スキャンスピードを変更します。初期値は 100ms に設定されていますが、PC の処理速度が遅い場合や、ARCP-2000 以外のソフトを実行しているとビジュアルスキャン動作で表示が抜ける場合があります。使用状況により、設定を変更して下さい。確実にビジュアルスキャンの表示をさせたいときは、処理速度の速い PC を使用して、ARCP-2000 のみを起動させて使用すると良いでしょう。

【Repeat】は、設定されたいるスキャン範囲内を繰り返しスキャンするか、一回のみをスキャンするかを設定します。初期値は、On に設定されていますが必要に応じて変更します。

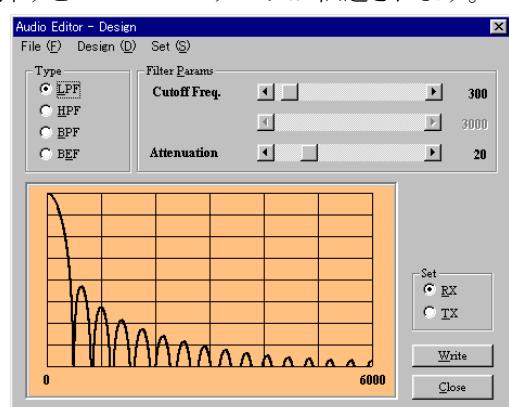
【Frequency】は、ビジュアルスキャンしたいバンドや中心周波数を Visual Scan ウィンドウから設定ができます。Visual Scan ウィンドウのみでビジュアルスキャンを行いたいバンドや、周波数範囲が設定できるのでいちいちメイン画面に戻る必要がありません。

9) CW キーイング

メニューの【TX RX(T)】－【Keying(K)】でキーイングウィンドウを開き、「Keying Words」へキーボードで文字を入力し【Enter】キーを押すかマウスで【Keying】ボタンを押すとキーイングが開始されます。これは以前の RCP でも実現していた機能ですが、ARCP-2000 ではもっと使いやすくなっています。

まずは、5 つのボタンを設けて各ボタンに良く使用する文章を登録することで、毎回同じ文章をキーボードから入力しなくてもボタンを押すだけで送信することができます。また、一度送信した文章も「Keying Log」として表示されている行をマウスでダブルクリックする

か、行を選択しキーボードの【Enter】キーを押すことで送信することができます。もう1点、新たに追加された機能として送信した履歴をファイルに保存することができます。また、そのファイルを開き、ファイルの内容を送信することができます。

10) P.C.T.（Packet Cluster Tune）

TS-2000 で受信したパケットクラスターデータをARCP-2000に表示することができます。表示することができる内容はTS-2000が表示する内容と同じですが、リスト形式で表示することができます。また受信したパケットクラスターデータをマウスでダブルクリックすると受信したデータの周波数をメインバンドに設定することができます。また、受信したデータをファイルに保存ができ、後からその時の受信したデータを確認することができます。

11) オーディオエディター

DSPの受信イコライザーと送信イコライザーの周波数特性をデザインでき、デザインした周波数特性のデータを、TS-2000 に送ることで好みの特性で使用できます。オーディオエディターには、35 種類のサンプルから選択する方法と特性の種類と係数からデザインする方法があります。ここで設定した周波数特性をTS-2000で使用するには、メニュー20または、メニュー21を【USER】に設定する必要があります。

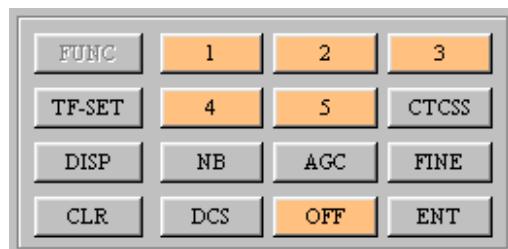
サンプルから周波数特性を選択するには、【DSP(D)】－【Audio Editor(E)】－【Samples (S)】で、Audio EditorのSampleウィンドウを開きます。ウィンドウが開いたら基本となる周波数特性の種類を【High Boost】【Bass Boost 1】【Bass Boost 2】【BEF】【Etc.1】【Etc. 2】【Flat】から選択します。各周波数特性には 5 つのサンプルがあるので、その中から選択します。受信周波数特性か送信周波数特性かを選択し、【Write】ボタンを押すとTS-2000へデータが転送されます。

周波数特性を自分で設計するときは、【DSP(D)】－【Audio Editor(E)】-【Design(D)】で、Audio EditorのDesignウィンドウを開きます。基本となる周波数特性の種類を【LPF】【HPF】【BPF】【BEF】から選択し、係数を可変させると周波数特性が変わります。周波数特性が決まったら受信周波数特性か送信周波数特性かを選択し、【Write】ボタンを押すとTS-2000へデータが転送されます。

なお、このエディターは基本的に HPF/LPF/NOTCH の組み合せで動作しているため、必ずしも任意の周波数特性を作れるようにはなっていませんのでご注意下さい。

12) ＰＭ（Programmable Memory）

ARCP-2000 では、PM 機能をコントロールできます。

この機能は、現在の表示状態をそのまま 5 つのチャンネルに登録する機能です。

ARCP-2000 から PM 機能を使用するには、【PM Operation】の2つのボタンから行います。

PM を呼び出すには、【PM】を押した後に【1】～【5】、【OFF】のボタンが表示されるので、呼び出したいチャンネルを指定します。

PM 機能を OFF する時は、【OFF】ボタンを押します。PM が呼び出されている時は、【PM】ボタンの部分にチャンネル番号が表示されます。

PM への書き込みは、【PM IN】を押した後に【1】～【5】のボタンで書き込むチャンネル番号を指定します。

20.モービルコントローラー RC-2000

オプションのモービルコントローラーRC-2000 は、TS-2000 シリーズを少々離れた場所からでも操作することができるワイヤード・コントローラー・キットです。表示／操作部は TS-2000 の表示部に表示される情報や機能の、ほぼすべてを表示し操作することができる「ノーマルモード」と、運用に最低限必要な周波数、RIT/XIT 周波数などを大きく見易く表示し、シンプレクス運用に最低限必要な操作が行える「イージーオペレーションモード」を搭載しました。「イージーオペレーションモード」ではお好みにあわせて表示書体を変更することもできます。

また、どちらの表示モードもネガティブ／ポジティブの反転設定が行えます。

イージーオペレーションモード

書体1

書体2

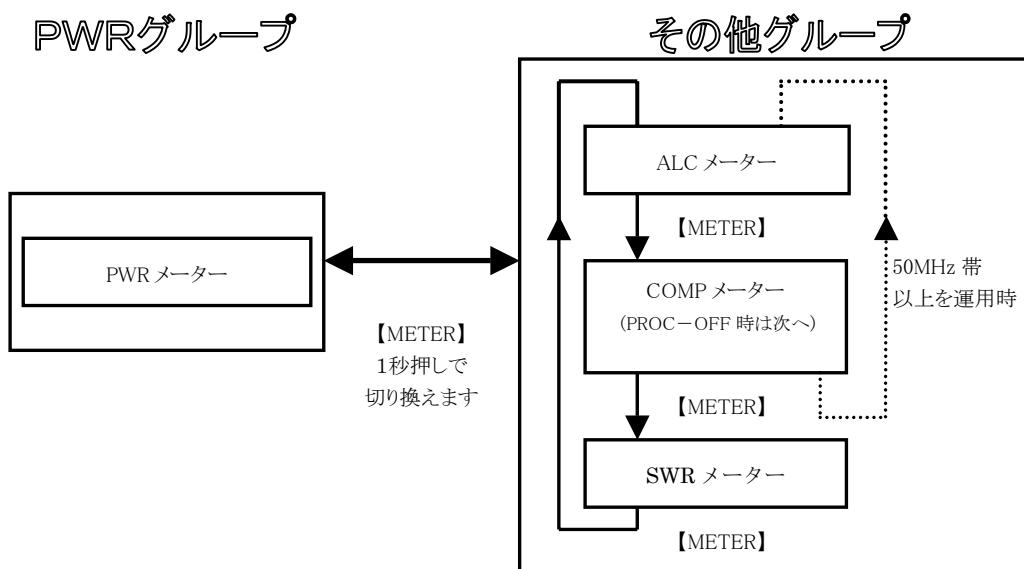
1) モービルコントローラーRC-2000 の活用方法

自動車の車室空間に、TS-2000 サイズのリグを設置し運用を楽しまれる方々の声も多く聞かれますが、さすがにこのサイズを運転席周辺に設置することは難しいと思われます。あるいは助手席周辺に設置すると、ご家族の冷たい視線を感じることになるかもしれません。

そんなとき、自動車のトランクに TS-2000 を設置し、運転席で RC-2000 から操作するような設置を行えば、車室空間にはコントローラー（RC-2000）と RC-2000 に付属の“抜けのよい音”が楽しめるスピーカー、お手持ちのマイクロフォンや電鍵のみになり、車室空間をすっきりとまとめることができ、固定機の機能や性能をほぼ満喫できる運用環境が構築できるでしょう。

トランクなどに本体を設置する場合、走行中の積み荷の移動などで操作キーなどが押されて意図しない動作をしてしまうことが予想されます。そんな時はあらかじめ、TS-2000 の操作パネルでオールロック機能を ON にしていただけると、TS-2000 の電源ボタンを除く全ボタン、エンコーダー等をロックすることができるので安心して運用を楽しむことができます。

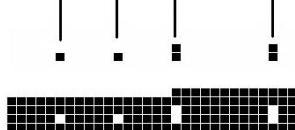
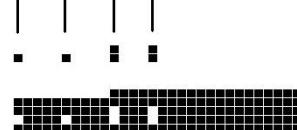
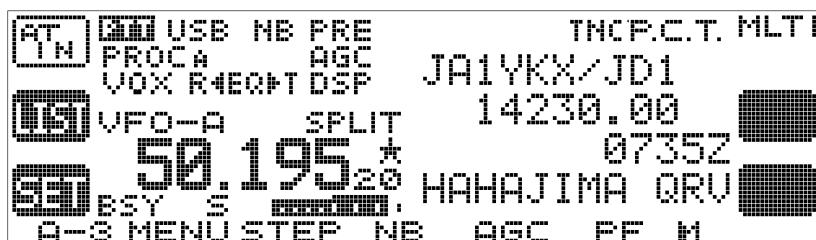
モービル局運用では複雑な表示で運用するより、簡潔な表示で必要な情報だけが確認できる方がよい場合が多く、特に走行中ではその傾向は顕著です。また、主として本格的なスプリット運用もやらず、通常のシンプレクス運用が多いときは、前述した「イージーオペレーションモード」がおすすめです

が、周波数表示にウエイトを占め、機能を厳選して操作できるようにしましたので、このモードでは機能が少ないと感じられるかもしれません。そんな時は【PF】に希望の機能を割り当てる、さらにオプションの「MC-52DM」等のマイクにある 4 つの【PF】にご希望の機能(一部割当できない機能があります)を割り付けることで車載運用に大きな威力を発揮するでしょう。

また、RC-2000 は TM-D700 のコントローラーとしても使用することができます。TM-D700 のコントローラー接続端子に差し込むと、自動的にRC-2000コントローラーが判断し、TM-D700のコントローラーとして動作します。

なお、「イージーオペレーションモード」での本格的なスプリット運用は、表示の制約などで難しいのですが、この場合は「XIT」を有効に活用することで、スプリット運用を行うことができます。

2) メーター

送信を開始するとメーター表示の初期状態で PWR メーターとなっておりますが、本体同様、メインバンドではメーター表示を変更することができます。また、HF/50MHz 帯を運用中は SWR メーター、スピーチプロセッサーON 時はコンプレッション・レベルメーターとして動作します。上記にて挙げたメーターは「グループ」に分かれており下図のように分けられています。

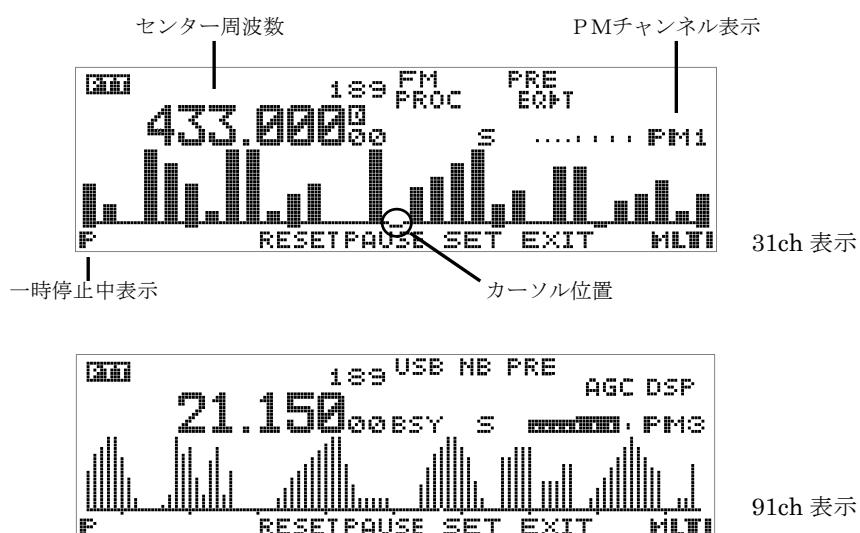
送信中のメーター表示としては PWR メーターを表示するグループと、そうでないグループと2つに大きく分けられます。なお、メーター切り換えはノーマルモードで送信中に【B-4】グループの【METER】でメーターを切り換えます。

ノーマルモード、送信で表示されるメーター例

なお、「イージーオペレーションモード」で運用中、RC-2000からはメーター選択は行えませんが、「ノーマルモード」の送信中に表示させたいメーターを選択しておき、「イージーオペレーションモード」に入り送信を開始すると、選択したメーターを表示することができます。

3) パケットクラスターチューン

走行中や移動運用先でもDX局の出現はやはり気になるものです。

TS-2000では、パケットクラスターチューン(P.C.T.)機能がありますが、RC-2000からもTS-2000には無い詳細表示などを用い、DXレポートを表示することができます。

上記表示は「パケットクラスター・モニタ・モード」です。ノーマルモードより【P.C.T.】が押されると、上記表示になります。なお、上記表示は新しい DX 局のデータを受信したところです。デフォルトでは、【SET】を押すことで、DX 局の周波数にメインバンド側を同調させることができますが、MENU49A で「AUTO」を選択すると、自動でメインバンド側に同調させることもできます。

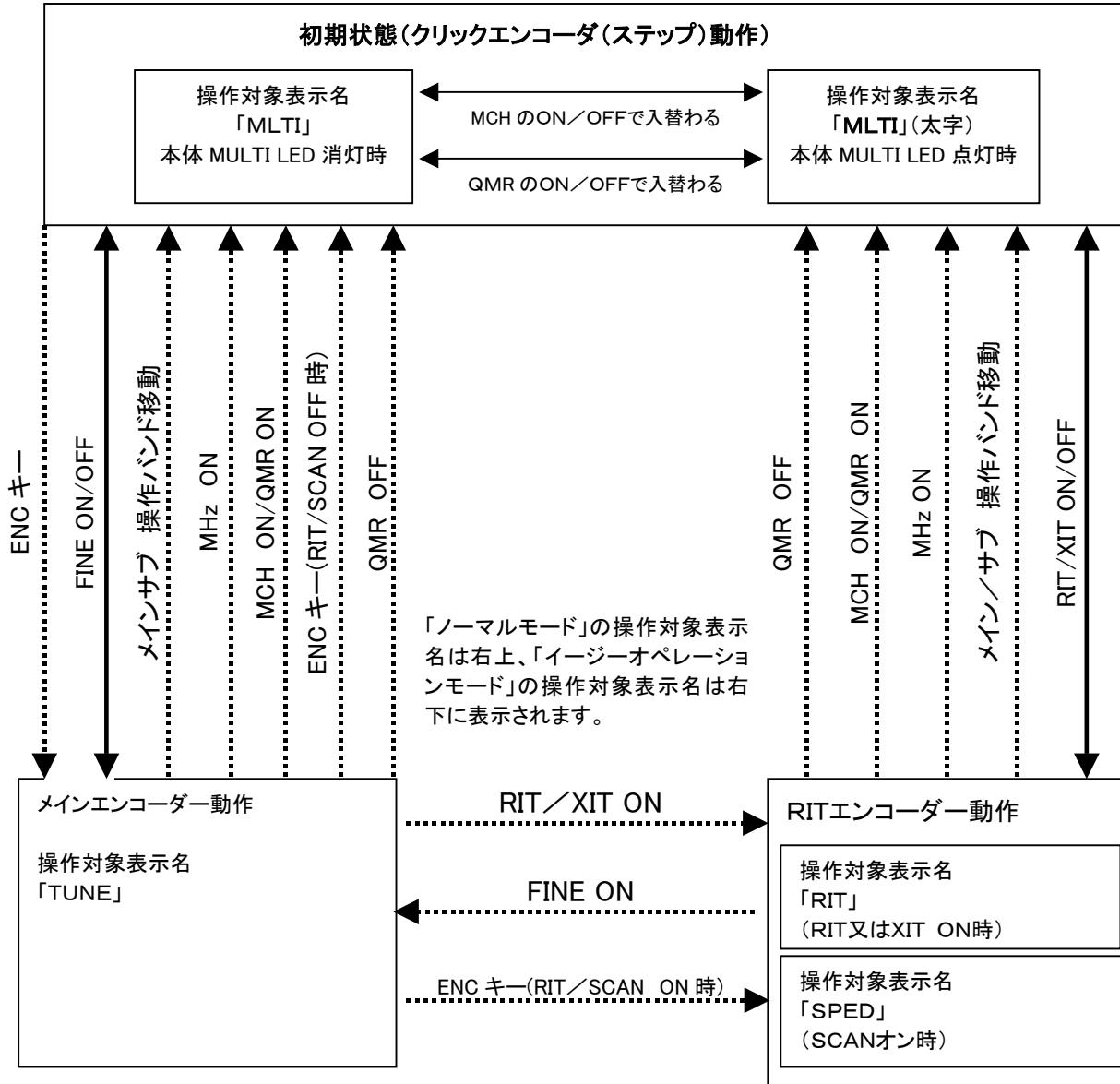
また、【LIST】を押すと「パケットクラスター・リスト・モード」を表示(次図)します。

上記表示では、DX局データ5つ分の表示ができ、0番目が最新データとなります。参照したいデータにカーソルを合わせ【OK】を押すと次図のように詳細表示を行います。

上記、詳細表示では、コメント、周波数、時刻などが一度に参照することができます。

4) ビジュアルスキャン

コンディションの把握、空きチャンネル検索などに便利なビジュアルスキャンは TS-2000 本体にも搭載されていますが RC-2000 ではさらに見易いビジュアルスキャンを実現しました。

ビジュアルスキャンの表示範囲(スケール)は 31ch、又は 61ch の時は 5 チャンネル間隔で、91ch 又は 181ch の時は 10 チャンネル間隔で表示されます。
なお、スケール切り換えは、ビジュアルスキャンモードを終了し、メニューモードに入り、No.11 で選択できます。

5) エンコーダー

RC-2000 では、エンコーダーは1つしかありませんが、エンコーダーを押すことで、RIT/XIT 周波数、周波数の微調整／ステップ可変、スキャン時のスキャン速度可変などの操作対象を切り換えることができます。

また、ステップ可変では SSB/CW(1/2.5/5/10kHz)、FM(5/6.25/10/12.5/15/20/25/30/50/100kHz)、AM(5/6.25/10/12.5/15/20/25/30/50/100kHz)とそれぞれのステップ値を持ち、記憶するので、ステップ操作で周波数を合わせる時の操作性が向上しました。

また、RIT/XIT がオンになると、エンコーダー操作対象が RIT/XIT 周波数可変に切り換わったり、【FINE】を押すことでファインチューニングモードで周波数の微調整や、【1MHz】を押すと MHz ステップ

で周波数を可変することもできます。

詳しくはエンコーダー状態遷移図をご覧ください。

エンコーダー状態遷移図

また、各設定モードやメニュー（一部を除く）では、エンコーダーを押すことで設定モードを確定し抜けることができます。

6) プログラマブル・メモリー（ＰＭ）

また、RC-2000 には当社 TM-D700 などにも搭載されているプログラマブル・メモリー（PM）が搭載されています。この機能は、現在の表示状態をそのまま５つのチャンネルに登録する機能です。

例えば、

昼間はLCD表示を明るくし、反転させ、ビープ音も大きくする。

　夜はその逆にしたいけれど、操作するのが大変で設定方法も覚えきれそうにない。

　よく使うのは14MHz帯と144MHz帯で、時々21MHz帯と430MHz帯を運用したい。

　バンド帯などをちょくちょく変えるのは面倒。

など、こんな時にプログラマブル・メモリーが運用の役に立つでしょう。そのほか、プログラマブル・メモリーに記憶できるものとしては以下のようになっています。

7)　設定できる内容

メイン／サブバンド独立の項目

メインVFO/モード/周波数（VFO A/B 独立）	サブVFO/モード/周波数	NR1レベル	メモリチャンネル運用グループ設定	シグナリング種類
ANT 1/2	BKDLY	KEYスピード	ATT ON/OFF	PRE ON/OFF
ASC ON/OFF	スキャン速度	ビジュアルスキャンモード		

メイン／サブ共通のもの

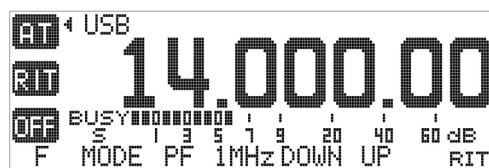
メインのメーター	1MHz ON/OFF	AUTOﾓｰﾄﾞ ON/OFF	AT ON/OFF	AGCの状態
VOX ON/OFF	CWVOX ON/OFF	FINE ON/OFF	RIT/XIT ON/OFF	SUBバンド ON/OFF
NB ON/OFF	N.R. A.N. B.C. 各値	1MHz 設定周波数	NBレベル	送信モニタレベル
CARレベル	VOXレベル	VOXDELAY レベル	MICゲイン レベル	プロセッサ 入力レベル
プロセッサ 出力レベル	MBCレベル	ラストキーデーター		
ビープレベル	表示のネガ/ポジ反転	コントラストレベル	ディマーレベル	

バンド帯毎に共通のもの（HF/50/144/430/1200）

AM以外の送信出力	AMの送信出力	オフセット周波数	（AM時、メインバンド、バンド帯毎共通）MLTIモードのエンコーダーステップ	（FM時、メインバンド、バンド帯毎共通）MLTIモードのエンコーダーステップ
（SSB/CW/FSK時、メインバンド、バンド帯毎に共通）MLTIモードのエンコーダーステップ	（FM時サブバンド、バンド毎に共通）MLTIモードのエンコーダーステップ	（AM時サブバンド、バンド毎に共通）MLTIモードのエンコーダーステップ	（メイン側）シグナリング周波数	（サブ側）シグナリング周波数

電波形式ごとに共通のもの

RF FILTER	AGC（FMは無し）	最後に使用した電波形式データ

21.オプション

●RC-2000 モービルコントローラー

◆概要

TS-2000 シリーズをモービル運用するためのコントローラーです。本体をトランクなどに設置し、車の運転席周りにコントローラーを取り付け、TS-2000 シリーズの基本性能をコンパクトなコントローラーで楽しむことができます。コントローラー以外に延長ケーブル、外部スピーカーも付属しています。

◆特長

①TS-2000 シリーズのほとんどの機能を操作できます。
②大型ドットマトリックス LCD のコントロールパネルを採用しています。
③イージーモード採用：必要最小限の機能で、メイン周波数を大型 LCD で見やすく表示します。

④ビジュアルスキャンやパケットクラスターモニター機能も、ドットマトリックスで見やすく表示します。
⑤PM（プログラマブル・メモリー）機能採用、運用状態に合わせ 5 チャンネルのメモリーが可能です。
⑥パネルコントローラは専用取り付けブラケットを付属しており、簡単に脱着が可能です。

◆付属品

①マイク用延長ケーブル（5m）×1
②パネル用延長ケーブル(5m)×1
③スピーカー用延長ケーブル(5m)×1
④DC コード(7m)×1
⑤外部スピーカー×1
⑥本体取り付けアングル×1
⑦コントロールパネル取り付けブラケット×1

◆寸法、重量

①コントローラー　幅 140×奥行き 33.3(60)×高さ 60(49.3)mm
( )は突起物を含む寸法。
重量（質量） 約 180g
②外部スピーカー　幅 113×奥行き 58.5×高さ 66mm
重量（質量） 約 360g

●ARCP-2000(ラジオコントロールプログラム)

パーソナルコンピューターから本体をコントロールできます。各種機能設定やメモリーチャンネルなどがコントロールしやすくなります。

①CD-ROM

ARCPソフト

②動作環境

Windows95/98 で動作します。

約 10MB 以上のハードディスク空き容量が必要です。

CD-ROM ドライブ

800×600 ドット以上の解像度を備えたディスプレイ

マウス等のポインティングデバイス

シリアルポート(RS-232C)

③PCと本体の接続

市販のシリアルケーブル(ストレートケーブル)を使用する。

●その他オプション

DRU-3A	デジタルレコーディングユニット
VS-3	音声合成ユニット
HS-5	オープンエア型ヘッドホン
HS-6	軽量型ヘッドホン
MB-430	モービルブラケット
MC-43S	ハンドマイクロホン
MC-52DM	DTMF 付きハンドマイクロホン
MC-60S8	高級マイクロホン
MC-80	卓上型コンデンサーマイクロホン
MC-90	高級マイクロホン(DSP 用)
PG-2Z	DCケーブル
PS-53	安定化電源
SP-23	固定局用スピーカー
SP-50B	車載用スピーカー

●1200MHz オールモードユニットのバージョンアップ

TS-2000S または、TS-2000V へ 1200MHz ユニットを追加(バージョンアップ)することができます。

バージョンアップはケンウッドサービスセンターで行いますので、お近くのサービスセンターにお問い合わせください。

ケンウッド通信機サービス所在地

札幌サービスセンター

〒007-0834　札幌市東区北 34 条東 14-1-23
TEL(011)743-7740

仙台サービスセンター

〒984-0042　仙台市若林区大和町 5-32-12（サンライズ大和）
TEL(022)284-1171

通信機総合サービスセンター

〒228-0012　座間市広野台 2-8-21
TEL(046)257-2641

名古屋サービスセンター

〒462-0861　名古屋市北区辻本通 1-11
TEL(052)917-2550

大阪サービスセンター

〒532-0034　大阪市淀川区野中北 2-1-22
TEL(06)6394-8075

広島サービスセンター

〒731-0137　広島市安佐南区山本 1-8-23
TEL(082)832-2210

福岡サービスセンター

〒815-0035　福岡市南区向野 2-8-18
TEL(092)551-9755

■営業時間のご案内
　月曜日～金曜日（土曜、日曜、祭日及び当社休日を除く）午前 10 時より午後 6 時まで

ご注意：2001 年 10 月現在。住所、電話番号などは変更になる場合があります。

TS-2000 徹底解説集
発行日： 2001 年 11 月
発行 ： 株式会社ケンウッド
コミュニケーションズ事業部
無線営業部